

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**  
**CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2014**



**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**Influencia del Campo Electromagnético de Onda Sinusoidal a 60Hz en la  
Incubación del Huevo de Gallina.**

**AUTORES:**

**Ing. M. Sc. HORACIO RAMÍREZ GARCÍA (Coordinador)**

**Lic. Dr. MANUEL PADILLA GUZMAN**

**Ing. M. Sc. JORGE SÁNCHEZ RÍOS**

**Ing. M. Sc. LUIS ALBERTO LEVEAU GUERRA**

**COLABORADORES:**

**Econ. DANNY OLDY ENCOMENDEROS DÁVALOS**

**Ing. M. Sc. MIGUEL ÁNGEL RENGIFO ARIAS**

**Ing. LIZETH MESCUA AMPUERO**

**Est. LUIS MOISES HIDALGO MACEDO**

**Tarapoto - Perú**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMA E INFORMATICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMA E  
INFORMATICA**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2014**



**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**Influencia del Campo Electromagnético de Onda Sinusoidal a 60Hz en la  
Incubación del Huevo de Gallina.**

**AUTORES**

Ing. M. Sc. HORACIO RAMÍREZ GARCÍA (Coordinador)

Lic. Dr. MANUEL PADILLA GUZMAN

Ing. M. Sc. JORGE SÁNCHEZ RÍOS

Ing. M. Sc. LUIS LEVEAU GUERRA

**COLABORADORES**

Econ. DANNY OLDY ENCOMENDEROS DÁVALOS

Ing. M. Sc. MIGUEL ÁNGEL RENGIFO ARIAS

Ing. LIZETH MESCUA AMPUERO

Est. LUIS MOISES HIDALGO MACEDO

**Tarapoto-Perú**

**2019**

## Declaración de autenticidad

**Manuel Padilla Guzmán**, con DNI N° 00828442 y **Luis Alberto Leveau Guerra**, con DNI N° 01062916 docentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con el Informe de investigación titulado: **Influencia del Campo Electromagnético de Onda Sinusoidal a 60Hz en la Incubación del Huevo de Gallina.**

Declaramos bajo juramento que:

1. El Informe de investigación presentada es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la investigación no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. El Informe de investigación no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en el Informe de investigación se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, julio del 2019.

  
.....  
**Manuel Padilla Guzmán**  
DNI N° 00828442



  
.....  
**Luis Alberto Leveau Guerra**  
DNI N° 01062916



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: <b>PADILLA GUZMÁN, MANUEL</b>	Teléfono: <b>948140054</b>
Código de alumno :	DNI: <b>00828442</b>
Correo electrónico : <b>mpadilla@unsm.edu.pe</b>	

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: <b>EDUCACIÓN Y HUMANIDADES</b>
Escuela Profesional de:

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( )	Trabajo de investigación	( <input checked="" type="checkbox"/> )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título: <b>INFLUENCIA DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO DE ONDA SINUSOIDAL A 60Hz EN LA INCUBACIÓN DEL HUEVO DE GALLINA</b>
Año de publicación: <b>2019</b>

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	( <input checked="" type="checkbox"/> )	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2. del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

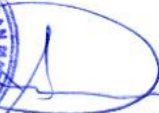
  
.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

07. 08 2019



  
.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM - T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	LEONAR GUERRA LUIS ALBERTO
Código de alumno :	Teléfono: 942476282
Correo electrónico :	DNI: 01062916

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	CIENCIAS AGRIARIAS
Escuela Profesional de:	AGRONOMIA

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( )	Trabajo de investigación	(X)
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	INFLUENCIA DEL CAMPO ELECTROMAGNETICO DE ONDAS SINUSOIDAL A 60HZ EN LA INCUBACION DE HUEVO DE GALLINA
Año de publicación:	2019

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”**.

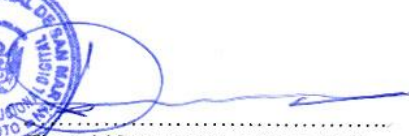
  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

07 / 08 / 2019



  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería de Sistema de la UNSM-T, por su participación, durante la implementación y ejecución de la investigación; la misma que, nos permitió recoger los datos relevantes para la contrastación y validación de la hipótesis planteada.



## **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto por la facilidad brindada, para la adquisición de los materiales y equipos utilizados en la ejecución de la investigación. Asimismo, a la Dirección de Investigación por el apoyo logístico y control en el desarrollo de la investigación.

## Índice general

	<b>Pág.</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de gráficos o figuras .....</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de siglas y abreviaturas .....</b>	<b>viii</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>x</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>01</b>
<b>CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>03</b>
<b>1.1. Fundamento teórico científico .....</b>	<b>03</b>
<b>1.2. Definición de términos básicos .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. Sistema de hipótesis .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2. Sistema de variables .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3. Tipo de método de la investigación .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4. Diseño de investigación .....</b>	<b>31</b>
<b>2.5. Población y muestra .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6. Técnicas de recolección de datos .....</b>	<b>32</b>
<b>CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFÍAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>47</b>



## Índice de tablas

	<b>Pag.</b>
Tabla N° 1: Valores limites referenciales del campo magnético y eléctrico.....	12
Tabla N° 2: Estándares nacionales de calidad ambiental apara radiaciones no ionizadas.....	13
Tabla N° 3: Valor nutricional .....	16
Tabla N° 4: Tratamiento del campo magnético .....	31
Tabla N° 5: Esquema de diseño estadístico .....	32
Tabla N° 6: Ficha de registro de datos .....	33
Tabla N° 7: Mortalidad de los embriones en cada tratamiento .....	34
Tabla N° 8: Deformación de los embriones en cada tratamiento .....	34
Tabla N° 9: Tiempo de incubación en cada tratamiento .....	35
Tabla N° 10: Disminución de peso del embrión en cada tratamiento .....	35
Tabla N° 11: Análisis de varianza para el tiempo de incubación en días .....	36
Tabla N° 12: Duncan: Tiempo de incubación en días .....	36
Tabla N° 13: Análisis de la varianza disminución de peso del embrión en granos .	37
Tabla N° 14: Duncan: Disminución peso del embrión en granos .....	37
Tabla N° 15: Análisis de varianza deformación de embriones .....	38
Tabla N° 16: Duncan: Deformación de embriones .....	38
Tabla N° 17: Porcentaje de mortalidad .....	39
Tabla N° 18: Duncan: Mortalidad de los embriones .....	39
Tabla N° 19: Condiciones ambientales del laboratorio .....	40

## Índice de figuras

	<b>Pag.</b>
Figura N° 1: Representación de la propagación de una onda electromagnética.....	10
Figura N° 2: Radiaciones electromagnéticas y sus efectos biológicos de la frecuencia.....	14
Figura N° 3: Partes principales del huevo .....	14
Figura N° 4: Ejes del huevo .....	15
Figura N° 5: El embrión y sus elementos internos .....	17
Figura N° 6: El embrión al inicio de sus procesos de incubación .....	17
Figura N° 7: Características internos del embrión .....	18
Figura N° 8: Esquema del experimento .....	22
Figura N° 9: Vista de planta del esquema del experimento .....	23
Figura N° 10: Distribución del equipo en el laboratorio .....	24
Figura N° 11: Fuente de energía .....	25
Figura N° 12: Incubadora .....	26
Figura N° 13: Solenoide .....	26
Figura N° 14: Balanza analítica .....	26
Figura N° 15: Solenoide con conexión a la fuente de energía .....	27
Figura N° 16: Incubadora acondicionada .....	28
Figura N° 17: Incubadora con solenoide .....	28
Figura N° 18: Incubadora en funcionamiento .....	30
Figura N° 19: Prueba de Duncan para los promedios de tratamiento en el tiempo de incubación en días .....	36
Figura N° 20: Prueba de Duncan para promedios de tratamiento en la disminución del peso embrión al nacer .....	37
Figura N° 21: Prueba Duncan para los promedios de tratamiento en el porcentaje de deformación de embriones .....	38
Figura N° 22: Prueba Duncan para los promedios de tratamiento en el porcentaje de mortandad .....	39



### Lista de siglas y abreviaturas

- **T:** Tratamiento
- **$\Phi$ :** Campo magnético
- **$\mu\text{T}$ :** Microtesla
- **E:** Campo eléctrico
- **q:** Carga
- **S:** Área
- **E:** Permisividad
- **B:** Campo magnético
- **dS:** Diferencial de superficie
- **$\Phi$ :** Campo magnético
- **L:** Longitud
- **F:** Fuerza que sufren las cargas eléctricas
- **q:** Son las cargas sometidas al experimento.
- **r:** Distancia entre las cargas.
- **U:** Vector director que une las cargas  $q_1$  y  $q_2$ .
- **ICNIRP:** International Comisión for Non Ionizing Radiation Protection

## Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto que causa el campo electromagnético de onda sinusoidal a 60Hz; en la incubación del embrión del huevo de gallina. El marco teórico en las que se sustenta la investigación: las teorías de campo magnético, teoría moderna del magnetismo, teoría electromagnética, leyes electromagnéticas, radiaciones y ondas electromagnéticas. Desde esta figura, se ha hipotetizado que el Campo electromagnético de onda sinusoidal a 60Hz influye en la incubación del huevo de gallina.

En ese sustento de la investigación consideramos como problema científico: ¿cuál es el efecto que causa el campo electromagnético de onda sinusoidal a 60Hz; en la incubación del embrión del huevo de gallina?

Con la finalidad de determinar el impacto de los campos electromagnético de onda sinusoidal a frecuencia de 60 Hz en la incubación, el experimento se ejecutó con 04 tratamientos que fueron: la aplicación de campos electromagnéticos de 7uT (T1), 5uT (T2), 0,7 uT (T3) y un testigo (T4); estos campos fueron aplicados en forma continua durante el proceso de incubación. Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones. Manejamos los embriones del huevo de gallina, debidamente codificados y ubicados en solenoides; con capacidad para diez embriones. La investigación se desarrolló en la ciudad de Tarapoto, provincia y Región San Martín – Perú.

Localizamos que la aplicación continuada de campos electromagnéticos de 7uT, 5uT y 0,7uT a frecuencia de 60 Hz; afecta la actividad biológica de la incubación del huevo de gallina; siendo notoria en la deformación de los dedos.

**Palabras clave:** Incubación, campo electromagnético, embrión, solenoides, radiación.



## Abstract

The objective of the research was to determine the effect that causes the electromagnetic field of sinusoidal wave to 60Hz; in the incubation of the chicken egg embryo. The theoretical framework on which the research is based: the theories of magnetic field, modern theory of magnetism, electromagnetic theory, electromagnetic laws, radiation and electromagnetic waves. From this figure, it has been hypothesized that the electromagnetic field of sine wave at 60Hz influences the incubation of the chicken egg.

In that sustenance of the investigation we consider as scientific problem: what is the effect that causes the electromagnetic field of sinusoidal wave to 60Hz; in the incubation of the chicken egg embryo?

In order to determine the impact of electromagnetic fields of sine wave at 60 Hz frequency in the incubation, the experiment was executed with 04 treatments that were: the application of electromagnetic fields of 7uT (T1), 5uT (T2), 0 , 7 uT (T3) and a witness (T4); these fields were applied continuously during the incubation process. The treatments were arranged in a completely randomized experimental design with 10 repetitions. We handle the chicken egg embryos, duly codified and located in solenoids; with capacity for ten embryos. The research was developed in the city of Tarapoto, province and San Martin Region - Peru.

We locate that the continued application of electromagnetic fields of 7uT, 5uT and 0.7uT at a frequency of 60 Hz; affects the biological activity of chicken egg incubation; being notorious in the deformation of the fingers.

**Keywords:** Incubation, electromagnetic field, embryo, solenoids, radiatio



## **Introducción**

El marco energético de las energías electromagnéticas lo conforman las radiaciones cósmicas y terrenas; esta energía global puede intensificarse o debilitarse en determinados lugares de la tierra, los cuales son considerados como lugares geo patógenos; que al sumarse a los campos electromagnéticos generados por la actividad antrópica, dan como resultado espacios ambientales contaminados.

Desde el año 1930, los físicos, ingenieros y biólogos estudiaron los efectos de ondas electromagnéticas a bajas frecuencias y toma importancia a partir de 1979 en EE.UU, con las publicaciones de estudios realizados sobre campos electromagnéticos en líneas, por Wertheimer C.L. and E. Leeper (1979).

El campo electromagnético es una contaminación invisible, muy permeable a los materiales orgánicos e inorgánicos, su generación es permanente y creciente en la industria, comercio y domicilios; debido al aumento de las redes de alta y baja tensión; así, como el incremento de una gran variedad de aparatos electrodomésticos, industriales, médicos, laboratorios y comunicaciones.

Al respecto Fundación Terra (2000), informa que la sensibilidad que tienen las personas a la radiación electromagnética están agrupadas en tres segmentos: El 30% de la población es muy sensible a la radiación electromagnética; 50% es sensible y el 20% es poco o nada sensible. También, Acuña Castroviejo et al; (2005), en el análisis de la influencia biológica del campo electromagnético señalan: La función celular y orgánica está basada, regulada y coordinada por diferencia de gradientes o potenciales iónicos, bioquímicos y posteriormente electromagnéticos de baja frecuencia (10Hz); esta actividad inicialmente bioquímica y posteriormente electromagnético queda expresada gráficamente con los electroencefalogramas, electrocardiogramas etc.

Dentro de este contexto se ha desarrollado el proceso de la investigación, para determinar el efecto del campo electromagnético a frecuencia 60 Hz en embriones de huevo de gallina; aplicado durante el proceso de incubación, sustentado en las teorías de campo magnético, teoría moderna del magnetismo, teoría electromagnética, leyes electromagnéticas, radiaciones y ondas electromagnéticas; asimismo, se efectuaron las

mediciones in situ mediante un gaussímetro; y son valores que emiten el horno de microonda (7uT), líneas de media tensión (5uT) y computadoras (0,7 uT). Los resultados obtenidos motivarán tomar acciones de mitigación de los impactos, evitando pasivos ambientales de contaminación.

Teniendo como objetivo, determinar el impacto de los campos electromagnético de onda sinusoidal a frecuencia de 60 Hz en la incubación. El experimento se ejecutó con 04 tratamientos que fueron: la aplicación de campos electromagnéticos de 7uT (T1), 5uT (T2), 0,7 uT (T3) y un testigo (T4); estos campos fueron aplicados en forma continua durante el proceso de incubación. Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones. Manejamos los embriones del huevo de gallina, debidamente codificados y ubicados en solenoides; con capacidad para diez embriones. La investigación se desarrolló en la ciudad de Tarapoto, provincia y Región San Martín – Perú.

Para la operativización de la investigación se planteó los siguientes objetivos específicos: Evaluar el efecto que causa el campo electromagnético de onda sinusoidal, debido a la aplicación de los tratamientos de campo electromagnético de onda sinusoidal de 60Hz durante la incubación del huevo de gallina. Evaluar el tiempo de incubación del huevo de gallina, aplicando tratamientos de campo electromagnético de onda sinusoidal de 60 Hz. Evaluar la deformación y peso del pollo al nacer, debido a la aplicación de tratamientos de campo electromagnético de onda sinusoidal de 60 Hz.

La aplicación continuada de campos electromagnéticos de 7uT, 5uT y 0,7uT a frecuencia de 60 Hz; afecta la actividad biológica de la incubación del huevo de gallina; siendo notoria en la deformación de los dedos. Por lo que, se ha confirmado que el Campo electromagnético de onda sinusoidal a 60Hz influye en la incubación del huevo de gallina.

# **CAPITULO I:**

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Fundamento teórico científico**

#### **1.1.1. Teorías del campo magnético**

##### **▪ Teoría de Weber**

Wilhelm E. Weber, físico alemán fue uno de los pioneros del estudio del magnetismo que se dedicó a explicar su origen. Llevó a cabo diversos experimentos, fraccionando imanes en pedazos muy pequeños, así pudo darse cuenta que cada uno de las fracciones del imán se convertían en pequeños imanes con las características propias del imán, concluyendo que es imposible obtener un polo magnético separado. De esta manera a partir de sus experimentos propuso su teoría en la que estableció el siguiente enunciado: “Todos los cuerpos están constituidos por pequeños imanes moleculares llamados dipolos magnéticos”. Dicha teoría se refiere al alineamiento molecular del material; señala que todas las sustancias magnéticas están compuestas de pequeñas moléculas imantadas. Todo material no magnetizado tiene las fuerzas magnéticas de los imanes moleculares, neutralizados por imanes moleculares subyacentes; eliminando así cualquier efecto magnético. Un material magnetizado tendrá la gran mayoría de sus moléculas imantadas alineadas de forma tal que el polo positivo o norte de cada uno de los puntos de la molécula están en una dirección y los del polo negativo o sur en la dirección opuesta. El material con moléculas alineadas tendrá entonces un eficaz polo positivo y uno negativo igualmente eficaz. O sea que el proceso de imantación de cualquier material ferromagnético consiste en alinear los imanes moleculares en filetes magnéticos (Vega, 2012).

##### **▪ Teoría de Ampere**

Ampere, físico Francés en su teoría indica que: El magnetismo se debe a las corrientes elementales en el interior de un material ferromagnético con direcciones diversas en lugar de dipolos magnéticos. O sea significa ordenar las corrientes elementales y el resultado de este ordenamiento es una corriente en la periferia de un imán de barra, esta corriente ocasionaba dos polos de nombre contrario en los extremos de la barra. Actualmente se ha querido relacionarle a las corrientes elementales con los movimientos externos de los electrones alrededor de sus núcleos (Vega, 2012).



### ▪ Teoría de Hans Christian Oersted

Hans Christian Oersted, con el descubrimiento de la energía eléctrica varios científicos iniciaron trabajos para conocer los fenómenos eléctricos; así Hans Christian Oersted, descubrió que al pasar corriente eléctrica por un conductor, la aguja de una brújula cercana a este cambiaba de dirección y sentido; explico que este fenómeno se debía a la interacción de dos campos magnéticos, uno formado al entorno del conductor, ocasionado por la corriente eléctrica a través de este, y otro generado por la aguja imantado de la brújula. De sus investigaciones realizadas estableció el enunciado de su teoría: El magnetismo es originado por una corriente eléctrica. Dicha teoría se refiere a la interacción del campo magnético y eléctrico (Vega, 2012).

### ▪ Teoría de Bohr (teoría moderna del magnetismo)

El año 1870 marco el inicio del estudio de la física cuántica, cuando Max Planck considero que la luz estaba constituido por paquetes de energía, asimismo Joseph John Thomson descubrió el electrón; también en 1905 Einstein estudia el electromagnetismo relativo a la dualidad de la luz y comprueba experimentalmente que la luz es materia, pero que se transporta en forma de onda. Todos estos descubrimientos y los aportes de los científicos de Rutherford y Thomson sobre la estructura del átomo, le sirvieron a Niels Bohr, físico y científico Danés, para descubrir que el átomo tiene un núcleo en donde se encuentra la masa y la carga positiva, mientras que los electrones con carga negativa, giran alrededor del núcleo, siguiendo orbitas elípticas y distribuidas en capas y niveles electrónicos de acuerdo con el modelo  $N = 2n^2$  y que dichos electrones tienen un sentido de giro al que denomino espín o momento magnético del electrón. Bohr concluyo que el sentido de giro de los electrones dentro átomo es lo que produce el magnetismo desde la estructura atómica. A partir de estos resultados en 1935 se estableció la teoría moderna del magnetismo que sostiene: El magnetismo se origina por el sentido del movimiento de los electrones, lo cual se orienta con la misma dirección alrededor del átomo. El momento magnético o espín del electrón está cuantificado en función de la constante de Planck, la masa del electrón y la velocidad de la luz. El momento bipolar magnético del electrón se determina en función del momento orbital  $L$ , el cual relaciona la ley de Coulomb, segunda ley de Newton y el movimiento circular (Vega, 2012).

### ▪ Teoría electromagnética

Maxwell (1873), había demostrado a partir de las ecuaciones electromagnéticas, como son la ley de Gauss para la electricidad y el magnetismo, la ley de Faraday para la inducción electromagnética, y la ley de Ampere para la densidad de campo magnético; que las ondas electromagnéticas se propagan a la velocidad de la luz, y que dicha velocidad depende de la permeabilidad magnética y de la constante dieléctrica del medio. Demostró también, que la onda magnética debe ser transversa. Maxwell había conseguido expresar la velocidad de las ondas transversales en términos de la capacidad inductiva específica y la permeabilidad magnética del medio. La rigidez estaba relacionada con la capacidad inductiva específica, y la densidad del medio con la permeabilidad magnética. O sea asocio a las leyes básicas electromagnéticas con los fenómenos electromagnéticos de la luz (Vega, 2012).

**Primera ley de Maxwell.** Corresponde a la ley de Gauss de la electricidad. Esta ecuación relaciona la carga y el campo eléctrico y es el fundamento para explicar los fenómenos siguientes:

- Cargas iguales manifiestan fuerzas de repulsión y cargas diferentes fuerzas de atracción, en función del cuadrado de las inversas de sus distancias de separación.
- La carga eléctrica se mueve sobre la superficie exterior de un conductor.

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = q \epsilon_0 \quad \mathbf{E} = \text{campo eléctrico} \quad q = \text{carga} \quad S = \text{área} \quad \epsilon = \text{permisividad.}$$

**Segunda ley de Maxwell.** Corresponde a la ley de Gauss del magnetismo. Esta ecuación relaciona el campo magnético con los polos y es el fundamento para explicar la imposibilidad de la existencia de monopolos magnéticos:

$$\oint \mathbf{\beta} \cdot d\mathbf{S} = 0 \quad \mathbf{\beta} = \text{campo magnético} \quad d\mathbf{S} = \text{diferencial de superficie}$$

**Tercera ley de Maxwell.** Corresponde a la ley de inducción de Faraday. Esta ley describe el efecto eléctrico generado en un conductor, localizado dentro de un campo magnético variable. Es el fundamento matemático, cuando un imán de barra se desplaza a través de una espira conductora, genera una corriente en la espira.

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L} = \frac{d\Phi_{\beta}}{dt} \quad \Phi = \text{campo magnético} \quad L = \text{longitud}$$

$\mathbf{E} = \text{campo eléctrico}$

**Cuarta ley de Maxwell.** Está relacionado con la ley de Ampere. Esta ley describe el efecto magnético de una corriente o de un campo magnético variable. Es el fundamento para explicar los siguientes fenómenos:

- Una corriente a través de un conductor, genera un campo magnético alrededor del conductor.
- Es posible calcular la velocidad de la luz mediante mediciones electromagnéticas

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{L} = \mu_0 i + \mu_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \epsilon_0$$

### 1.1.2. Leyes electromagnéticas

#### ▪ Ley de Coulomb

Charles Austin Coulomb (1785), físico estudioso de los fenómenos eléctricos, determinó mediante experimentos que las fuerzas de atracción y repulsión de las cargas eléctricas era afectada por el medio que lo rodea, a esta propiedad la llamo permisividad del medio; estableciendo de esta manera su enunciada de su ley: La intensidad de la fuerza electroestática entre dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que a ellas las separa y multiplicada por una constante de proporcionalidad K (Hayt, 2006).

#### ▪ Ley de Ampere

André Marie Ampere (1831), científico francés determino una ecuación para calcular la inducción magnética o magnitud del campo magnético, en un punto cercano a un conductor simétrico y con geometría regular enunciando de la siguiente manera: La integral de línea del producto escalar, campo magnético  $\mathbf{B}$ , por un diferencial de línea  $d\mathbf{L}$  alrededor de cualquier trayectoria cerrada, es igual a producto de la constante de permeabilidad  $\mu_0$  del vacío o aire existente, en la superficie delimitada por la trayectoria cerrada de la línea de inducción de campo magnético alrededor del conductor, multiplicado por la corriente  $i$ , que pasa por el conductor (Hayt, 2006).

#### ▪ Ley de inducción de Faraday

Michael Faraday (1831), científico británico comprobó matemáticamente y experimental, que un campo magnético puede generar una corriente eléctrica, cuando existe entre ellos un movimiento relativo entre el campo magnético y el conductor; al cual

le llamo fuerza electromotriz inducida. Faraday concluyo sus experimentos con un enunciado al que se denominó ley de Faraday, que establece lo siguiente: El movimiento relativo entre el campo magnético y un conductor, induce una fuerza electromotriz fem, en el conductor, que es proporcional al número de conductores por la rapidez con que se corta el flujo magnético (Hayt, 2006).

#### ▪ Ley de Joule (1845)

James Prescott Joule determino, que cuando la corriente eléctrica circula por un conductor, encuentra una dificultad que depende de cada material y es lo que llamamos resistencia eléctrica, este produce unas pérdidas de tensión y potencia, que a su vez generan un calentamiento del conductor, a este fenómeno se lo conoce como efecto Joule: El efecto Joule provoca una pérdida de energía eléctrica, la cual se transforma en calor, estas pérdidas se calcula mediante la siguiente expresión (Hayt, 2006).

### 1.1.3. Radiaciones

La radiación es la emisión de la energía mediante ondas electromagnéticas, cuantos o fotones desde toda fuente energética. Las radiaciones nocivas afectan a los seres vivos en general y son uno de los factores causales de cáncer más reconocidos en el mundo.

Las radiaciones tienen orígenes externo, interno y antrópicos clasificados en:

- a) **Radiaciones cósmicas.** Procedentes de las explosiones solares y estelares, que son amortiguadas por la atmósfera terrestre, de forma que solo llegan al nivel del mar.
- b) **Energías telúricas.** Son las que provienen, circulan y emanan continuamente de la superficie terrestre y del subsuelo, estando muy relacionadas con las variaciones energéticas de la geo-magnetosfera, la electro-conductividad del terreno y las influencias gravito-magnéticas del Sol y del resto del sistema planetario; a veces Somos inevitablemente devorados por la diferencia de potencial eléctrico de un terreno no homogéneo o por la inestabilidad del gradiente geomagnético terrestre de un lugar determinado. En el globo terráqueo existen las siguientes energías Telúricas:
  - **Redes de Hartmann.** La Red de Radiación Global, Red H o Red de Hartmann, en honor a su descubridor el médico alemán Ernesto Hartmann, es un sistema de líneas de radiación que en forma de una red o malla cubren todo el globo terráqueo. Estas



líneas son como paredes invisibles de aire ionizado desde la Tierra hasta la Ionosfera, y atraviesan gruesas paredes y losas de hormigón como si no existieran, de modo que su efecto es igual afuera como dentro de un edificio y lo mismo al nivel de tierra como en el piso más alto de un moderno rascacielos. Estas líneas de fuerza del campo magnético terrestre, corren en dirección norte – sur y este – oeste, dividiendo el campo magnético terrestre en pequeños campos de polaridad alternadamente positivos y negativos, con medidas de aproximadamente 2.00 metros en dirección norte - sur y 2.5 metros en dirección este - oeste. En un cruce de estas líneas es donde se produce todo tipo de alteración a nivel molecular se denominan puntos/zonas geopático y alteran el PH Sanguíneo aumentando el tenor ácido de todo organismo. Sobre los cruces confluyen en mayor cantidad los Rayos Cósmicos, Microondas, iones positivos, Virus y Bacterias.

- **Red diagonal curry.** Son Retículas magnéticas orientada NE-SO y NO-SE aproximadamente, son de mayor tamaño que la red Hartmann, orientada diagonalmente con respecto a ésta. La red Curry está considerada una red “Solar”. Algunas teorías de la cosmo-antropología esotérica, consideran que es una distorsión cosmo-telúrica o reflejo energético producido por cambios bruscos en el eje de la elíptica del planeta Tierra, debidos a cataclismos ocurridos en los tiempos de la pretérita Atlántida. El grosor de las paredes de la red Curry es de 70 a 80 cm, es mucho más dañina que la red Hartmann. Las frecuencias de la red Curry son extremadamente sutiles.
- **Puntos estrella.-** Son la concordancia o superposición de un cruce de la red ortogonal Hartmann, con la red diagonal Curry. Son altamente activos y por tanto muy peligrosos. Permanecer en un punto estrella por más de 1 minuto puede desvitalizar a un prospecto hasta llevarlo al temido "FADING RADIESTÉSICO" (Extenuación psíquica y pérdida momentánea de la sensibilidad radiestésica).

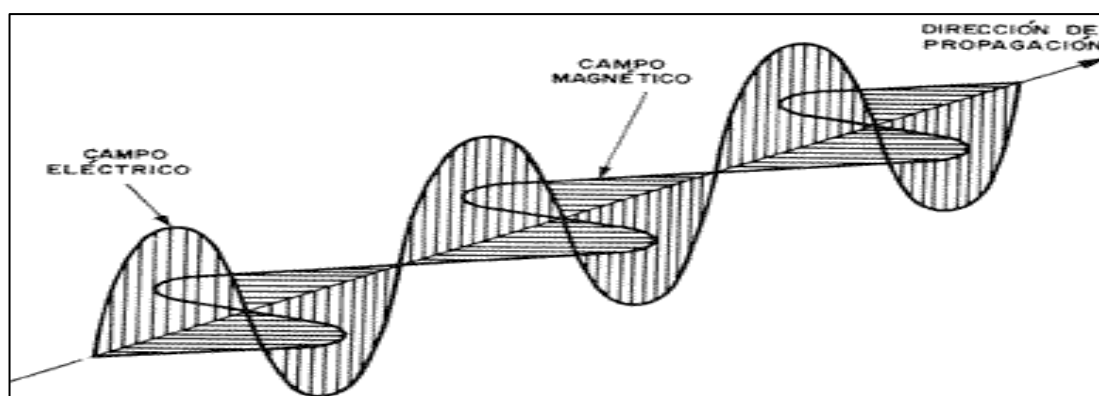
**c. Radiaciones tecnológicas.** Son los que provienen de las fuentes radiactivas artificiales (antrópicas), son generadas en todo los espacios del planeta y va incrementando en forma continua y permanente.

## ▪ Tipos de radiaciones

Las radiaciones están clasificadas de acuerdo a su intensidad de energía en:

- 1) **Radiaciones no Ionizantes.**- Son radiaciones de baja frecuencia y baja energía y son débiles para producir daño a las moléculas que forman nuestras células y por tanto no producen ionización; están presentes en las ondas de radio; microondas; infrarrojo, visible y ultravioleta de frecuencia infraionizante. Los fotones con energía inferior a 0.1 eV no son capaces de romper los enlaces químicos y se denominan no ionizantes. Por esta razón las denominadas radiaciones no ionizantes abarcan el espectro de frecuencias que se extiende entre los campos estáticos no variables en el tiempo o sea  $f=0$  Hz y las frecuencia  $300\text{ GHz} = 3 \times 10^{11}$ . Se puede concluir que todos los fotones u ondas electromagnéticas con frecuencias comprendidas entre cero y un billón de Hz, no tienen energía suficiente para romper moléculas y por tanto se consideran no ionizantes.
  
- 2) **Radiaciones Ionizantes.**- Son radiación de alta frecuencia que transmite energía suficiente para romper los enlaces químicos (ionización). Produce daños importantes en el ADN provocando cambios permanentes en las células que pueden conducir al cáncer. El origen de la radiación ionizante es muy variable; puede proceder del tratamiento con radioterapia, exposición exagerada a la radiación ultravioleta, rayos gamma producidos por materiales radioactivos, rayos X y fuentes electromagnéticas de alta frecuencia. Los fotones de alta energía comprendida en el rango de órdenes de magnitud de 0.1 a 1 eV, son capaces de romper las moléculas ya que la energía del enlace químico está comprendida en el mismo intervalo. Un electrón-voltio, (eV), es la energía que adquiere un electrón en un potencial de 1 voltio. La energía radiante existe independientemente de su fuente, viaja lejos de su fuente y continúa existiendo aun cuando la fuente se apaga.
  
- 3) **Radioactividad.** Es la emisión espontánea de partículas alfa, beta, y gama o radiaciones, procedentes de la desintegración de determinados nucleídos que las forman, por causa de un arreglo en su estructura interna. Un átomo inestable emite radiactividad para volverse estable. La radioactividad puede ser natural o artificial. En la radioactividad natural, la sustancia ya la posee en el estado natural. En la radioactividad artificial, la radioactividad le ha sido inducida por irradiación.

- 4) Radiaciones Electromagnéticas.** Las radiaciones electromagnéticas son ondas producidas por la oscilación de una carga eléctrica. Estas ondas electromagnéticas están formadas por componentes eléctricos y magnéticos ligados entre sí y presentan las propiedades típicas del movimiento ondulatorio. Todas las radiaciones electromagnéticas, independientemente de su frecuencia, se transmiten a la velocidad de la luz sin necesidad de un medio físico de propagación, por tanto pueden viajar en el vacío. La frecuencia de la radiación se mide en una unidad llamada hercio (Hz), que equivale a un ciclo por segundo y su longitud de onda se suele medir en nanómetros. Las radiaciones electromagnéticas según su energía se pueden clasificar en radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- 5) Onda electromagnética.** Una onda electromagnética es la propagación de la radiación a través de un medio material o del vacío. Se caracteriza por su longitud y frecuencia; está formada por ondas magnéticas y eléctrica que son perpendiculares entre si y viajan a la velocidad de la luz. La longitud de onda " $\lambda$ " y la frecuencia " $f$ " están relacionadas a través de  $\lambda \times f = C$ , siendo " $C$ " la velocidad de la luz. Las ondas electromagnéticas variables en el tiempo transportan energía y son capaces de inducir campos eléctricos, campos magnéticos y corrientes sobre otros cuerpos y objetos de su entorno; asimismo, las ondas son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz ( $C=300,000\text{Km/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ). El contenido energético de un fotón se expresa en términos de electrón-voltio: 1eV



**Figura N° 1.** Representación de la propagación de una onda electromagnética (Fuente: <http://www.hrc.es/bioelectro.html>. Las radiaciones electromagnéticas y sus efectos Biológicos en función de la frecuencia de las Ondas)

### Características de la onda electromagnética

- Son producidas por cargas aceleradas.
- Está formado por dos ondas que son perpendiculares.
- La dirección y propagación está dada por el vector producto de  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$
- Son ondas transversales perpendiculares y perpendiculares a la dirección de Propagación.
- Se propagan en el vacío con una velocidad de  $C = 1/(\epsilon_0 \mu_0)^{1/2}$
- $\epsilon_0$  = permisividad eléctrica en el vacío  $\mu_0$  = permeabilidad magnética en el vacío.
- La frecuencia depende solo de la fuente y no cambia al pasar de un medio a otro
- La longitud de onda cambia cuando pasa de un medio a otro:  
Si  $V = C / n$  y  $V = \lambda f$  entonces  $\lambda = \lambda_0 / n$
- La magnitud de los campos eléctricos y magnéticos se relacionan de la siguiente manera:  $B = E / C$  ó  $E = C B$   $C$  = velocidad de la luz (300 000 km/s)
- La existencia de la inducción de campo eléctrico no depende del material de la espira, depende solamente del campo magnético que induce.

### Clasificación de las frecuencias del campo electromagnético.

Las frecuencias de los campos electromagnéticos se clasifican en dos grandes grupos:

- a)** Las fuentes que generan campos de frecuencias inferiores a 3 kHz ( $0 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$ ), entre los que se encuentran:
- Las fuentes campos estáticos (0 kHz): Trenes de levitación magnética, sistemas de resonancia magnética para diagnóstico médico y los sistemas electrolíticos.
  - Las fuentes de campos de frecuencias extremadamente bajas FEB, ( $30 \text{ Hz} < f < 300 \text{ Hz}$ ): quipos, aparatos electrodomésticos y líneas de 50 Hz y 60Hz
  - Las fuentes de campos de frecuencia desde ( $300 \text{ Hz} \leq f < 3000 \text{ Hz}$ ): Cocinas de inducción, antenas de radiodifusión modulada y equipos de soldadura
- b)** Las fuentes que generan de campos de radiofrecuencias de ( $3 \text{ kHz} < f < 300 \text{ GHz}$ ), y son clasificadas por rangos de frecuencia:
- Desde 3kHz a 30 kHz (VLF): Antenas de radionavegación y radiodifusión modulada, monitores de ordenador, sistemas antirrobo.
  - Desde 30 kHz a 300 kHz (LF): Pantallas y monitores, antenas de radiodifusión, comunicaciones marinas y aeronáuticas, radiolocalización.
  - Desde 300 kHz a 3 MHz (HF): Radioteléfonos marinos, radiodifusión AM, termoselladoras.



- Desde 3 MHz a 30 MHz: Antenas de radioaficionados, aparatos para diatermia quirúrgica, sistemas antirrobo.
- Desde 30 MHz a 300 MHz (VHF): Antenas de radiodifusión, frecuencia modulada, antenas de estaciones de televisión.
- Desde 300 MHz a 3 GHz (UHF): Teléfonos móviles, antenas de estaciones base de telefonía móvil, hornos de microondas, aparatos para diatermia quirúrgica.
- Desde 3 GHz a 30 GHz (SHF): Antenas de comunicaciones vía satélite, radares, enlaces por microondas.
- Desde 30 GHz a 300 GHz (EHF): Antenas de radionavegación, radares, antenas de radiodifusión.

**6) La permeabilidad ( $\mu$ ).** Es una constante que indica cómo un material afecta a la densidad de flujo magnético que penetra. O sea la facilidad que presenta el material o medio para la propagación del campo magnético.

$$\mu = 4\pi 10^{-7} \text{ Tesla metro/amperio.}$$

**7) La permisividad ( $\epsilon$ ).** Es una constante que refleja la capacidad de un material o medio para concentrar las líneas de flujo eléctrico (para una temperatura y densidad del material dado); o sea es la facilidad que presenta el material o medio para la transmisión del campo eléctrico.

También se le denomina constante dieléctrica del medio.

$$\epsilon = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ coulomb}^2/\text{newton.m}^2.$$

**8) Valores referenciales para campos electromagnéticos.** En 1998 la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP, International Comisión for Non Ionizing Radiation Protection), organismo científico vinculado a la Organización Mundial de la Salud, publicó una guía para prevenir este tipo de efectos agudos. Para campos eléctricos y magnéticos de 50 Hz, ICNIRP establece valores de referencia ver Tabla N°1. El 12 de julio del 1999, el consejo de la Unión Europea publica un documento (ref:Publicación 1999/519/CE del Consejo de la Unión Europea), reafirmando los valores referentes del campo magnético y campo eléctrico, el cual tienen como referencia la guía presentada por la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP) de 1998. Esta organización no gubernamental, reconocida formalmente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), evalúa los resultados de estudios científicos realizados en

todo el mundo y elabora unas directrices en las que establece límites de exposición recomendados.

**Tabla N° 1.**

*Valores límites referenciales del campo magnético y eléctrico*

ICNIRP (1998)	Público	Trabajadores
Campo eléctrico (50 Hz)	5 kV/m	10 kV/m
Campo magnético (50 Hz)	100 $\mu$ T	500 $\mu$ T

Fuente: ICNIRP (1998) y normativa española (establece en el Real Decreto 1066/2001).

En 1999 el Consejo de la Unión Europea, tras consultar a su Comité Científico Director, aprobó una Recomendación para limitar la exposición del público en general y en 2004 se elaboró una Directiva de exposición laboral (2004/40/CE) que será de obligado cumplimiento para los Estados Miembros a partir del año 2008. Ambas toman como referencia los valores límite de exposición que señala la guía de ICNIRP (1998). Asimismo en el 2010, el ICNIRP publicó recomendaciones nuevas, en ella indican que el límite de exposición para el público es de 200  $\mu$ T. El ICNIRP, a pesar del aumento en el nivel de referencia mencionado arriba, reconoce que “*estudios epidemiológicos han encontrado*, de forma constante, que la exposición crónica a los campos magnéticos de baja intensidad (0,3 - 0,4 microteslas) está asociada con un aumento en el riesgo de la leucemia infantil. Sin embargo, la carencia de una causalidad establecida significa que este efecto no se puede abordar en las restricciones básicas”.

## **9) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No ionizantes.**

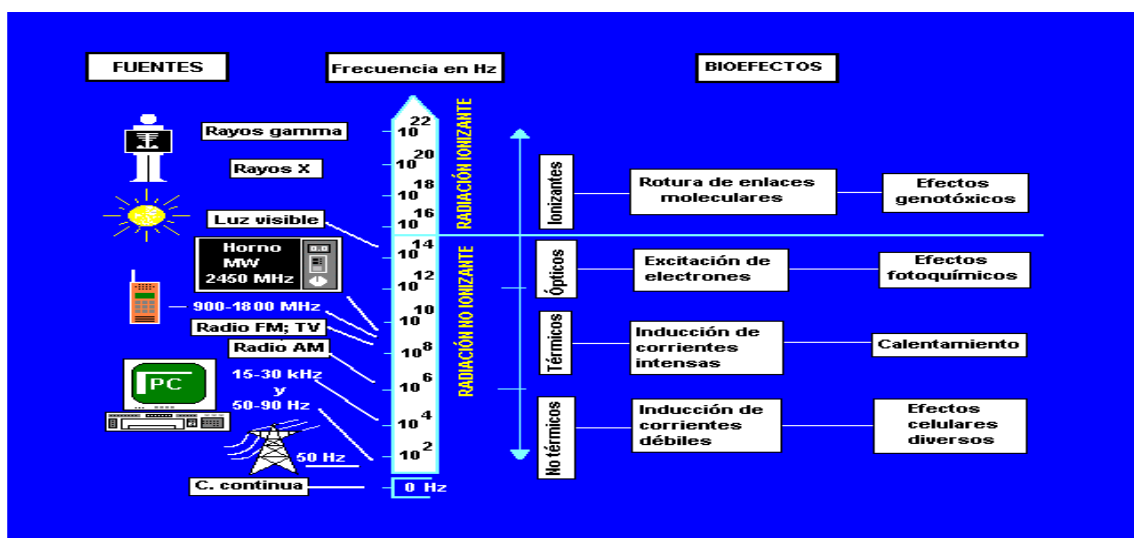
Los estándares son instrumentos de gestión ambiental prioritarios para prevenir y planificar el control de la contaminación por radiaciones no ionizantes sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible. Los valores referenciales mediante decreto supremo N°010 – 2005-PCM y publicado en el diario oficial el peruano se muestra a continuación.

Tabla N° 2.

*Estándares nacionales de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes.*

Rango de frecuencias (f)	Intensidad de Campo Eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (B) ( $\mu\text{T}$ )	Densidad Potencial ( $S_{\Phi}$ ) ( $\text{W/m}^2$ )	Principales aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1Hz	-	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	-	Líneas de energía para trenes eléctricos, resonancia magnética
1-8Hz	10 000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-	
8-25Hz	10 000	$4 000 / f$	5 000	-	Líneas de energía para trenes eléctricos
0.025-0.8kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video
0.8-3kHz	$250 / f$	5	6,25	-	Monitores de video
3-150kHz	87	5	6,25	-	Monitores de video
0.15-1MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-	Radio AM
1-10MHz	$87 / f^{25}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-	Radio AM, diatermia
10-400MHz	28	0,073	0,092	2	Radio FM, TVVHF, sistemas móviles y de radio navegación aeronáutica, teléfonos inalámbricos, resonancia magnética, diatermia
400-2000MHz	$1,375 f^{25}$	$1,0037 f^{25}$	$0,0046 f^{25}$	$f / 200$	TVUHF, telefonía móvil celular, servicio troncalizado, servicio móvil satelital, teléfonos inalámbricos, sistema de comunicación personal
2-300GHz	61	0,16	0,20	10	Redes de telefonía inalámbricas, comunicaciones por microondas y vía satélite, radares, hornos microondas

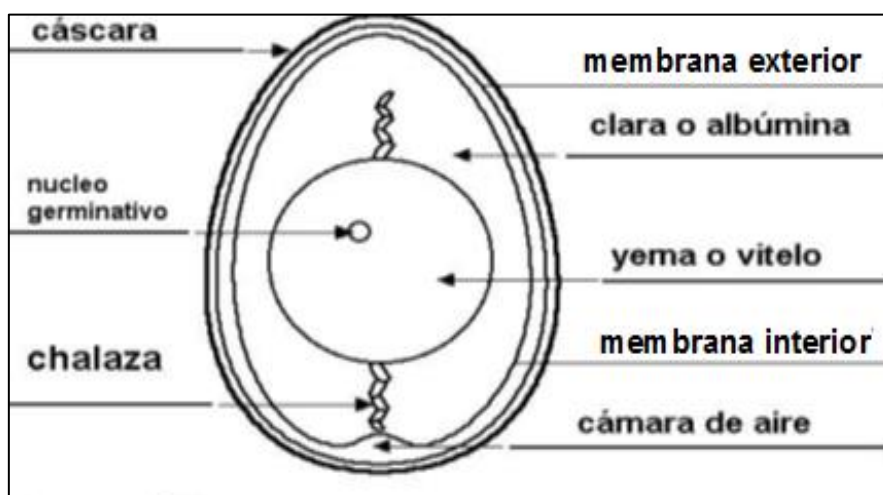
Fuente: D.S. N° N°010 – 2005-PCM, publicado en el diario oficial el peruano.



**Figura N° 2.** Radiaciones electromagnéticas y sus efectos biológicos en función de la frecuencia. (Fuente: <http://www.hrc.es/bioelectro.html> )

#### 1.1.4. Incubación del huevo de gallina

Los huevos constituyen un alimento habitual en la alimentación; se presentan protegidos por una cáscara y son ricos en proteínas (principalmente albúmina que es la clara o parte blanca del huevo) y lípidos. Es un alimento de fácil digestión, debido a sus propiedades aglutinantes.



**Figura N° 3.** Partes principales del huevo (Fuente: <http://es.Wikipedia.org/wiki/huevo-biolog%c3%ada>)

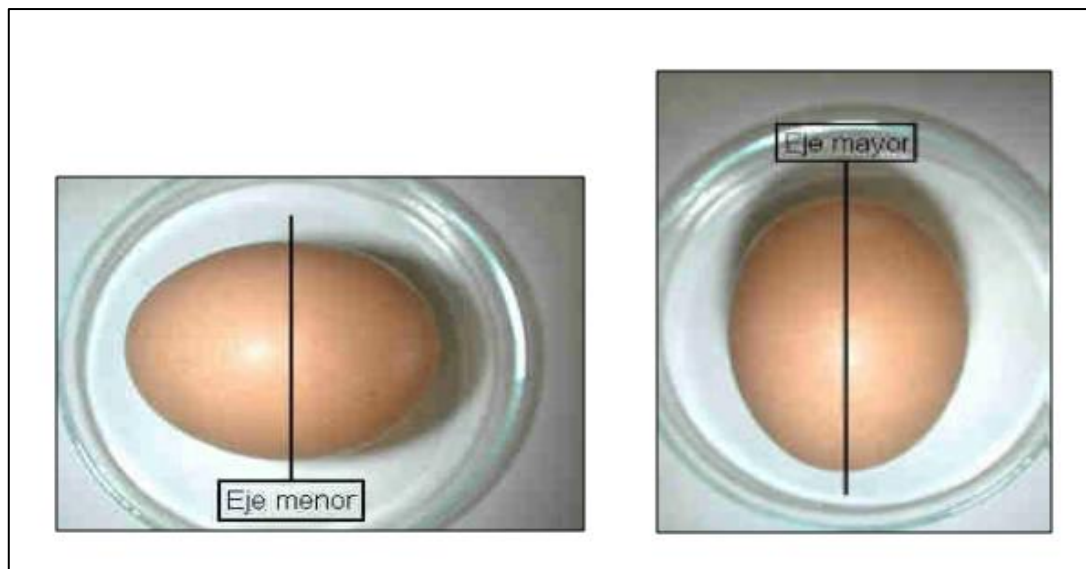
#### Características del huevo

Los huevos empleados en el consumo humano son por regla general y en su gran mayoría no fertilizados; en la Unión Europea, se considera con la denominación de huevos frescos son aquellos huevos que están destinados a un consumo en un plazo de 28 días desde la puesta de la gallina. La denominación extra fresca limita este plazo a tan solo nueve días.

- **Color de los huevos.** El color de los huevos son blancos y azules únicamente se distinguen por el color de su cáscara y está en función de la raza de la gallina que lo ha puesto, ya que su contenido nutricional es el mismo.



- **Tamaño del huevo.** Pueden ser de variados tamaños; siendo muy pequeños en aves jóvenes y grandes en aves adultas. La diferencia radica, que al ser más grandes la cáscara es más frágil y propensa a romper. Como curiosidad, estos huevos grandes pueden venir con doble yema debido a una doble ovulación del ave. Tienen dos ejes llamado eje mayor (70 a 80 mm) y eje menor (35 a 50 mm)



**Figura N° 4.** *Ejes del huevo.*

- **La cascara del huevo.** La cascara del huevo se compone mayormente de carbonato de calcio. Puede ser de color blanco o castaño claro (marrón) según la variedad de la gallina ponedora. La cáscara del huevo es porosa y puede alcanzar a tener de 7.000 a 17.000 poros. El color de la cáscara no afecta su calidad, sabor, características al cocinar, valor nutricional y grosor.
- **Peso del huevo.** El peso promedio de un huevo de gallina suele estar entre los 70 y 80 gr. Distribuido en: Clara 58%, yema 31% y cascara 10.5%. La yema viene a aportar la tercera parte del peso total del huevo y su función biológica es la de aportar nutrientes y calorías, así como la vitamina A, tiamina y hierro necesarios para la nutrición del pollo que crecerá en su interior. La estructura interna de la yema es como si fuera un conjunto de esferas concéntricas (al igual que una cebolla). Cuando se cocina el huevo estas esferas se coagulan en una sola. La yema se protege y se diferencia de la clara por una membrana vitelina.

- **La clara.** La clara aporta las dos terceras partes del peso total del huevo. Se puede decir que es una textura casi-transparente que en su composición casi el 90% se trata de agua, el resto es proteína, trazas de minerales, materiales grasos, vitaminas (la riboflavina es la que proporciona ese color ligeramente amarillento) y glucosa (la glucosa es la responsable de oscurecer el huevo en las conservaciones de larga duración. Las proteínas de la clara están presentes para defender al huevo de la infección de bacterias y otros microorganismos, su función biológica es la de detener agresiones bioquímicas del exterior.

**Tabla N° 3.**

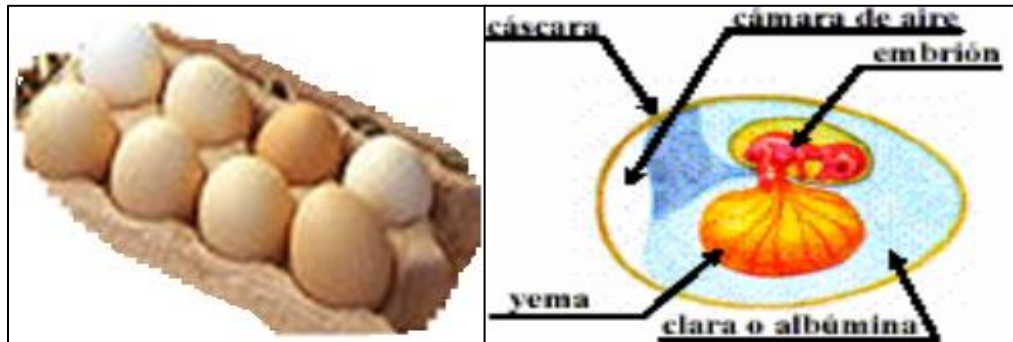
*Valor nutricional del Huevo.*

<b>Huevo fresco, entero, crudo</b>	
Valor nutricional por cada 100 g	
Energía 150 kcal 650 kJ	
<b>CARBOHIDRATOS</b>	0.0 g
<b>GRASAS</b>	10.6 g
<b>PROTEÍNAS</b>	12.6 g
<b>AGUA</b>	75 g
<b>VITAMINA A</b>	140 µg (16%)
<b>TIAMINA (VIT. B1)</b>	0.66 mg (51%)
<b>RIBOFLAVINA (VIT. B2)</b>	0.5 mg (33%)
<b>ÁCIDO PANTOTÉNICO (B5)</b>	1.4 mg (28%)
<b>ÁCIDO FÓLICO (VIT. B9)</b>	44 µg (11%)
<b>CALCIO</b>	50 mg (5%)
<b>HIERRO</b>	1.2 mg (10%)
<b>MAGNESIO</b>	10 mg (3%)
<b>FÓSFORO</b>	172 mg (25%)
<b>POTASIO</b>	126 mg (3%)
<b>ZINC</b>	1.0 mg (10%)
<b>COLINA</b>	225 mg
<b>COLESTEROL</b>	424

Fuente: [www.nal.usd.gov/fnic/foodcomp/search/](http://www.nal.usd.gov/fnic/foodcomp/search/). Valor nutricional del Huevo

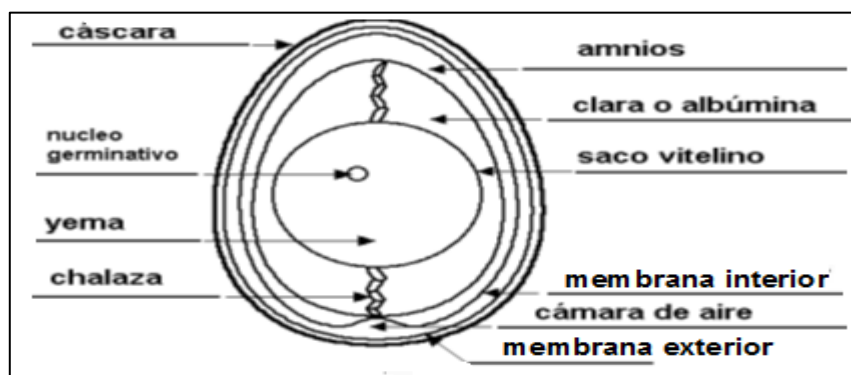
## Proceso de incubación

- **Incubación.** Es el conjunto de factores físicos presentes en el ambiente que rodea al huevo. Los factores que lo integran son: temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos. El embrión se va nutriendo de las sustancias que contiene la yema.



**Figura N° 5.** *El embrión y sus elementos internos* (Fuente: [www.cime.es/ca/ccea/35.pdf](http://www.cime.es/ca/ccea/35.pdf))

- **Desarrollo embrionario.** Al comenzar la incubación dentro de la cáscara porosa del huevo, se empiezan a desarrollar tres membranas: el amnios, el corion y el alantoides. Este sistema de membranas tiene vasos sanguíneos que permiten al ave en desarrollo obtener oxígeno y desechar dióxido de carbono. En su interior se encuentra la clara (sustancia que contiene albúmina entre otros importantes componentes) y la yema (que contiene gran cantidad de vitelo nutritivo).



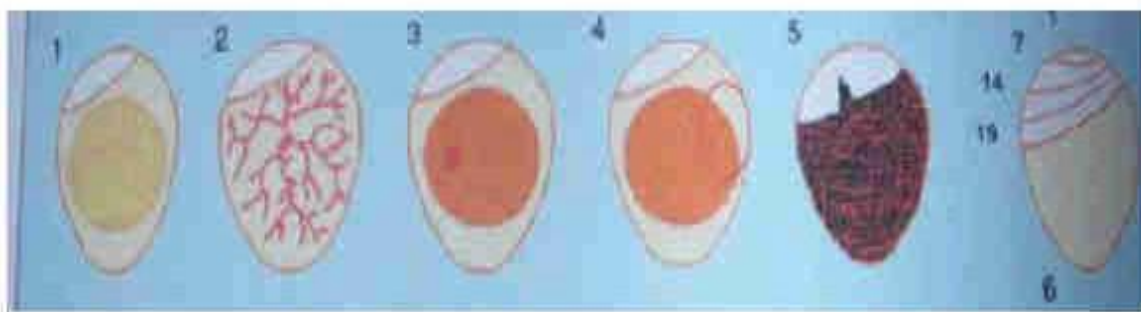
**Figura N° 6.** *El embrión al inicio de su proceso de incubación* (Fuente: [www.cime.es/ca/ccea/35.pdf](http://www.cime.es/ca/ccea/35.pdf))

- **La eclosión.** El proceso de eclosión empieza días antes de observar al polluelo. Primero hacen un agujero a través de la membrana de la cáscara interna hacia la cámara de aire. Es la primera señal para identificar, esto es un pequeño orificio con forma de estrella, o sea el huevo comenzará teniendo una pequeña rajadura. Después de 16 a 24 horas, el polluelo realiza una pequeña línea de agujeritos, a partir del día 18 de incubación no deben voltearse los huevos, pudiéndose ver a partir del día 19 y 20 huevos picados e iniciándose el nacimiento de los pollitos.

### Periodos críticos de la incubación

El 60 % de la mortalidad ocurre en dos periodos bien concretos:

- El primero abarca los 3 primeros días de la incubación y es debido a la falta de fertilidad, poco vigor, consanguinidad, etc. Para evitar estos inconvenientes se utilizan los ovoscopios o mira huevos, aparatos provistos de una luz mediante la cual podemos ver el interior de los huevos al trasluz.
- El segundo es en los 3 últimos días de la incubación y es debido a problemas con la regulación de la incubadora como: temperatura, humedad, aireación y volteo.



**Figura N° 7.** Características internas del embrión:

1. Ninguna señal de desarrollo (huevo no Fértil), 2. Fértil con vasos sanguíneos, 3. Mancha roja o negra (muerto precozmente), 4. Embrión con anillo rojo (muerto precozmente), 5. Embrión vivo con el pico en la cámara de aire (eclosión dentro de 48 horas), 6. Evolución normal de la cámara de aire en función de los días de incubación.

### Calentamiento de los huevos antes de la incubación.

Antes de introducir los huevos en la incubadora es conveniente someterlos a un período de aclimatación de 2 horas a 37°C; y después se enfrían a temperatura ambiente antes de colocar en la incubadora; esto permite aumentar el porcentaje de incubabilidad de un 1 a 2%.

## 1.2. Definición de Términos Básicos

**Campo magnético de una corriente eléctrica sinusoidal de 60 Hz (B).** Es Toda región del espacio que rodea a un conductor eléctrico, tal que al acercarse una carga eléctrica con movimiento, se manifiesta en ella una fuerza de atracción o repulsión; o sea es un campo que origina fuerzas en una carga eléctrica en movimiento. El campo magnético es una cantidad vectorial, por lo tanto tiene magnitud dirección y sentido. Asimismo el flujo magnético es el producto escalar del vector campo “**B**” por el vector superficie “**S**”.

**Campo eléctrico.** Es Toda región del espacio que rodea a una carga eléctrica, tal que al acercarse una carga eléctrica, se manifiesta en ella una fuerza de atracción o repulsión. El campo eléctrico se manifiesta alrededor de un espacio volumétrico. El campo eléctrico es una cantidad vectorial, por lo tanto tiene magnitud dirección y sentido.

**Campos Electromagnéticos (CEM).** Los campos electromagnéticos se refieren a campos eléctricos y magnéticos acoplados. Estos campos son generados por la posición y el movimiento de cargas eléctricas. Cuando la frecuencia de estos campos es muy bajo, los campos electromagnéticos se pueden separar en campos eléctricos, que están relación a las tensiones y campos magnéticos que están relacionado con las corrientes. (Mojica, 2011).

**Corriente Alterna sinusoidal de 60 Hz (CA).** Es la corriente que se caracteriza porque el flujo o movimiento de los electrones está cambiando de dirección y sentido periódicamente con respecto al tiempo. La frecuencia de este cambio es una magnitud característica que se expresa en ciclos por segundo o hercios (Hz), siendo  $1 \text{ Hz} = 1$  ciclo por segundo. La longitud de onda es la distancia recorrida por la corriente eléctrica durante un ciclo. Cuando aumenta la frecuencia (ciclos por segundo), disminuye la longitud de onda. Para América del Sur la frecuencia es de 60 Hz. (Alonso y Finn, 1998)

**Corriente eléctrica (I).** Es el flujo de electrones dentro de un conductor eléctrico, a lo largo de un circuito. La intensidad de la corriente eléctrica es la cantidad de cargas eléctrica que circula por el conductor del circuito, por unidad de tiempo. Su unidad de medida es el amperio (A).

**El sistema eléctrico del cuerpo.** El electromagnetismo es inherente a la anatomía humana, las ondas cerebrales son eléctricas; los enzimas (los mensajeros químicos de nuestro cuerpo) están influidos eléctricamente; la división celular es eléctrica, el latido del corazón es eléctrico, todos los cambios químicos son eléctricos. El cuerpo humano es un organismo especialmente eléctrico, y su interacción con los campos exteriores es parte ordinaria de su equilibrio físico y químico general. ([https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/cem\\_salud/es\\_cem/ad\\_juntos/cem.pdf](https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/cem_salud/es_cem/ad_juntos/cem.pdf) 2014)

**Intensidad de campo (E).** La intensidad de campo eléctrico representa la cuantificación o magnitud del campo eléctrico, o sea la fuerza  $F$  que experimenta una carga eléctrica de prueba  $q_0$  colocado en un punto dentro del campo eléctrico sinusoidal  $E$ .

**Los campos magnéticos y sus efectos biológicos.** La composición electrolítica de los seres vivos coadyuva a la conductividad eléctrica. Existen en ellos corrientes iónicas, asociado un campo magnético. Asimismo en los sistemas biológicos existen estructuras magnéticamente influenciadas como los radicales libres. La respuesta de un sistema biológico a un campo magnético externo depende de las propiedades magnéticas intrínsecas del sistema como de las características del campo externo y de las propiedades del medio en el cual tiene lugar el fenómeno. Los campos magnéticos de 60 Hz han mostrado efectos sobre los sistemas biológicos y pueden afectar la velocidad de las reacciones de los procesos bioquímicos. (García. 2002).

**Radicales libres.** Los radicales libres son átomos o moléculas que poseen uno o varios electrones libres en su orbital más externa, es esta particularidad que vuelve a los radicales libres sumamente reactivos, inestables y activos. Los radicales libres pueden ser iniciados por: Absorción de energía radiante, por reacciones endógenas generalmente oxidativas y por el metabolismo de sustancias químicas exógenas. (Walleczech, 1994).

**Sensibilidad del campo electromagnético en las personas.** De acuerdo estudios realizados por la Fundación Terra, se ha determinado que la sensibilidad del campo magnético es diferente en cada persona y esta agrupado en tres segmentos: El 30% de la población es muy sensible a la radiación electromagnética, el 50% de la población es sensible, a las radiaciones electromagnéticas y el 20% de la población



poco o nada sensible. Asimismo indica que las personas de la tercera edad, las mujeres embarazadas y los niños están incluidos en el primer grupo. (Fundación Terra, 2000).

**Tensión eléctrica, fuerza electromotriz o diferencia de potencial (V).** La tensión, fuerza electromotriz o diferencia de potencial, es el trabajo o energía necesaria para mover las cargas eléctricas entre dos puntos. Su unidad de medida es el voltio (V).

## CAPITULO II:

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### 2.1. Sistema de hipótesis

##### **Hipótesis alterna.**

$H_1$ : El Campo electromagnético de onda Sinusoidal a 60 Hz, causa efectos en la incubación del huevo de gallina.

##### **Hipótesis nula.**

$H_0$ : El Campo electromagnético de onda Sinusoidal a 60 Hz, no causa efectos en la incubación del huevo de gallina.

#### 2.2. Sistema de variables

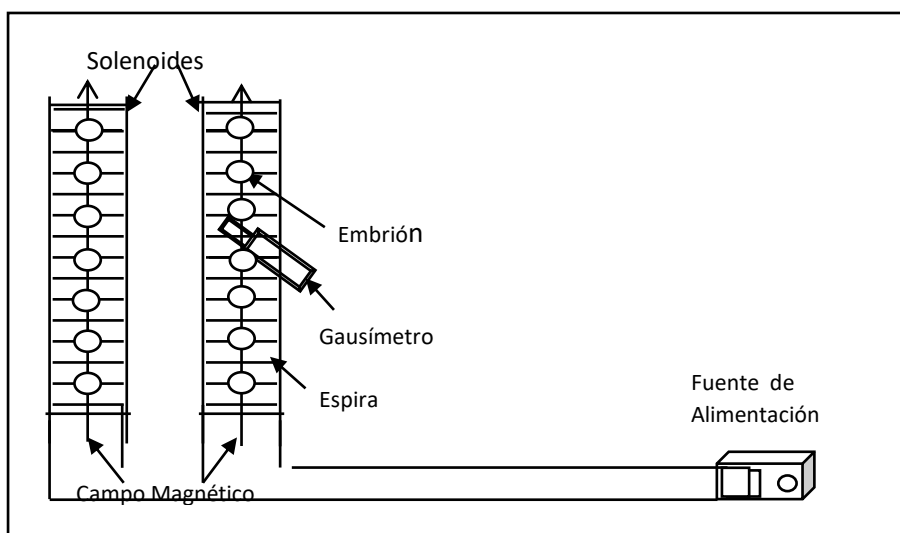
**Variable Independiente:** Campo electromagnético.

**Variable dependiente:** incubación del huevo de gallina.

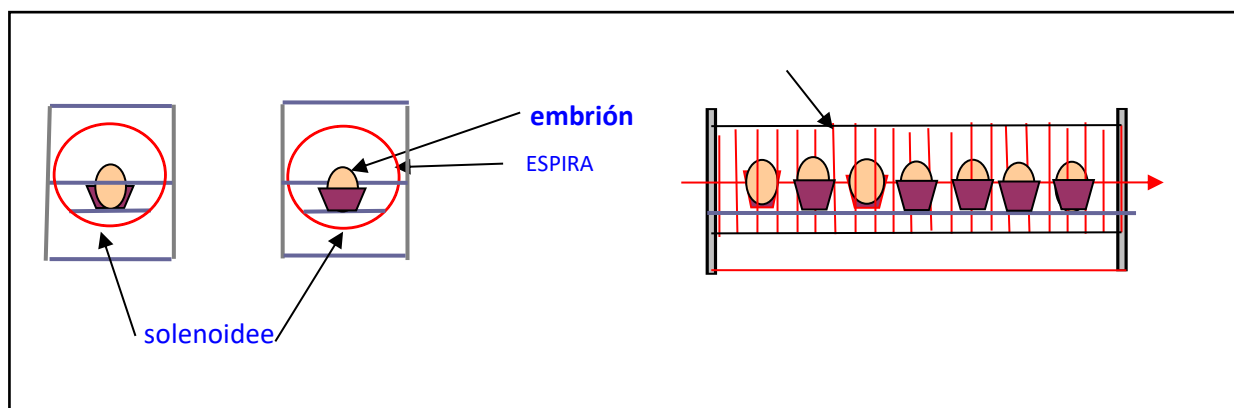
#### 2.3. Tipo de método de la investigación

##### 2.3.1. Tipo de investigación.

Experimental.



**Figura N° 8.** Esquema del experimento



**Figura N° 9.** Vista de la planta del esquema del experimento

### Indicadores de variables dependientes registrados:

1. Mortandad durante la incubación...: en unidades de embrión
2. Tiempo de incubación del embrión.: en días de embrión
3. Deformaciones en el pollo.....: en unidades y tipo

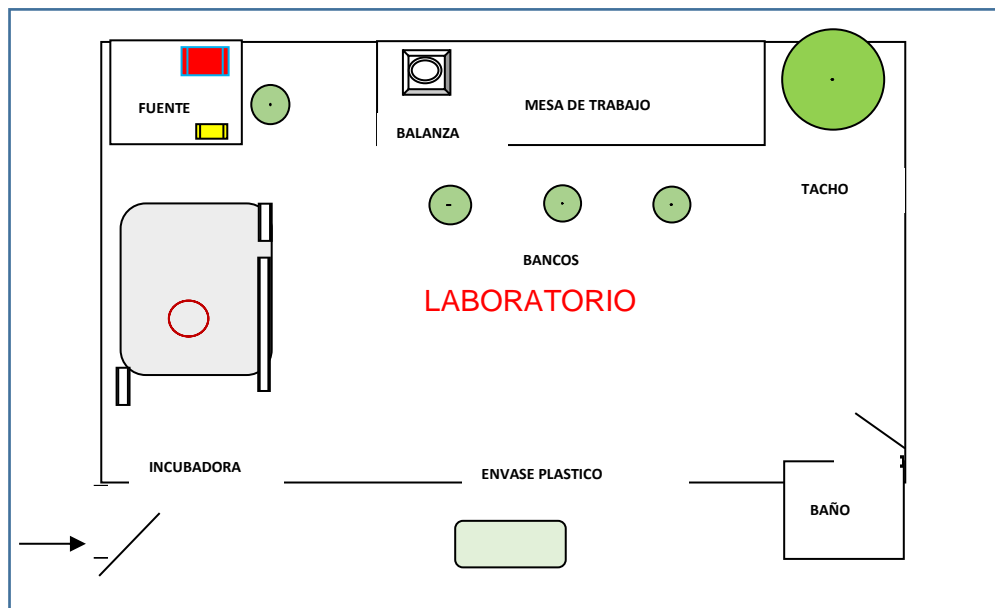
### Indicador de variable independiente

1. Radiaciones electromagnéticas no ionizantes: en microteslas

- **Frecuencia de registro.**- La frecuencia del registro de los indicadores se realizó cada 12 horas (8 a.m y 8 p.m), durante el ciclo de incubación del embrión (21 días). Asimismo se registró el peso del embrión y del pollo al nacer. El peso del embrión se registró dentro del ambiente del laboratorio, minutos antes de iniciar el experimento; mediante una balanza electrónica con sensibilidad de 01 gramo y protegida del aire. El peso del pollo se registró al producirse la eclosión en el ambiente del laboratorio; luego se trasladaba a la zona post eclosión durante 3 días y 15 días al galpón para su control y evaluación.

- **Plan de ejecución de la investigación.** La investigación se desarrolló en tres etapas; en un laboratorio de 20m<sup>2</sup> ubicado en el departamento y provincia de San Martín distrito de Tarapoto, en el barrio Partido Alto, calle Huayna Capac N° 241, en una vivienda particular, a 384 m.s.n.m. con coordenadas UTM: 0348308 latitud sur y 9283980 longitud oeste; clima cálido húmedo, con precipitación media anual de 1000 mm.,

durante los meses de noviembre – abril, acompañado de descargas eléctricas atmosféricas y temperatura promedio de 30 °C.



**Figura N° 10.** *Distribución de equipos en el laboratorio*

**Etapas I:** Acondicionamiento de ambiente y equipos para el experimento

**Procedimiento:**

**Paso N°1.-** Se acondiciono el ambiente con los servicios básicos, las instalaciones eléctricas y la distribución de las máquinas y equipos:

- Incubadora.-Es la máquina que realizara la incubación del embrión del huevo de gallina
- Solenoide.-Es el generador de Campo electromagnético y será ubicado dentro de la incubadora con los embriones, (se instalaron 04 solenoides de 7 u T, 5uT, 0,7uT, 0,0 uT).
- Gausímetro.-Es el instrumento que mide el valor del campo magnético dentro el solenoide
- Fuente de Poder.-Es el equipo que entregará la energía eléctrica a los solenoides.
- Multitester.-Es el instrumento de uso múltiple que tomará medidas de corriente y voltaje.

- Potenciómetro.-Es el equipo de regulación fina, para el ajuste del campo Electromagnético en el solenoide.
- Cámara de video.-Es el equipo que vigila el proceso de la incubación.
- Balanza Analítica.-Instrumento que medirá el peso de los embriones del huevo de gallina y del pollo al nacer.

**Paso N°2.-** Revisión de las conexiones eléctricas, conexiones de agua en la Incubadora, operatividad de la incubadora, instrumentos y equipos.

**Paso N°3.-** Ajuste de los parámetros determinados para la investigación, en la incubadora y solenoides:

Solenoides N°1  $\Phi = 7\mu T$ , Solenoide N°2  $\Phi = 5\mu T$ , Solenoide N°3  $\Phi = 0,7 \mu T$

Incubadora: Temp= 38°, Hr.%= 60% Volteo= 1.5 hr, aire fres= C/120seg



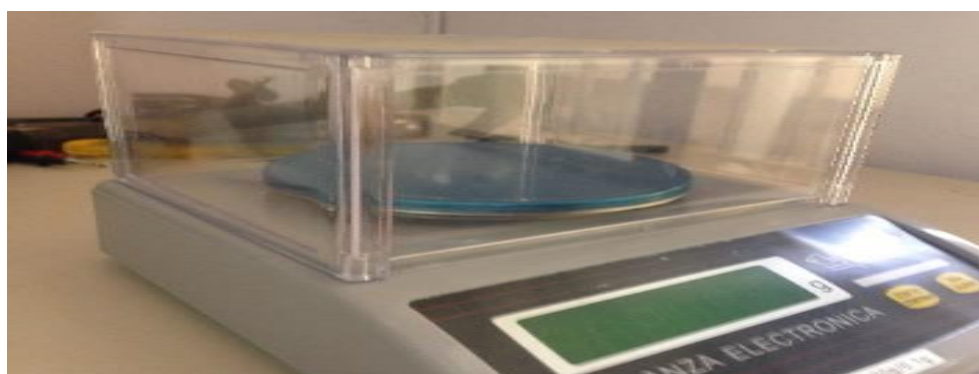
**Figura N° 11.** Fuente de energia



**Figura N° 12.** *Incubadora*



**Figura N° 13.** *Solenoid*



**Figura N°14.** *Balanza analítica*

**Etapa II: Preparación de la muestra****Procedimiento:**

**Paso N°1.-**Selección de los embriones de acuerdo al tipo definido: color y tamaño.

**Paso N°2.-** Determinación del peso de los embriones y codificación para cada bloque de muestra.

**Paso N°3.-** Ubicación de las muestras codificada; en los solenoides y dentro de la incubadora. Cada tratamiento estaba compuesto de 10 muestras (embriones); el testigo estuvo en solenoide pero sin campo magnético.

**Paso N°4.-** Aclimatación de las muestras durante 02 horas, a temperatura de 37°C. La aclimatación fue para toda las muestra.



**Figura N° 15.** Solenoides con conexiones a la fuente de energía



**Figura N° 16.** Incubadora acondicionada





**Figura N° 17.** *Incubadora con solenoides*

### **Etapla III:** Ejecución del experimento de la investigación

La ejecución del experimento se inició con la aplicación de los tratamientos, mediante los solenoides, ubicados dentro de la incubadora; luego se prendió la incubadora. Asimismo se levantó la información de las variables en estudio.

La toma de datos se realizó cada 12 horas durante el ciclo de incubación que para este caso fue de 21 días.

#### **Procedimiento:**

**Paso N°1.**-Revision de las muestras por cada tratamiento y conexión de los solenoides dentro de la incubadora.

**Paso N°2.**-Encendido de los equipos: incubadora, Fuente de Poder, solenoides y cámara de video

**Paso N°3.**- Verificación de los parámetros de control de la incubadora y solenoide, determinados para el experimento:

Solenoide N° 1  $\Phi = 7\text{uT}$ , Solenoide N°2  $\Phi = 5\text{uT}$ , Solenoide N°3  $\Phi = 0,7\text{ uT}$

Incubadora: Temp=  $38^{\circ}$ , Hr.%= 60% Volteo= 1.5 hr, aire fres= C/120seg

**Paso N°4.**- Toma de datos de la información de los controles, variables en estudio y fechas:

- a. Peso, del embrión
- b. Temperatura, humedad relativa, tiempo de volteo, renovación de aire, y campos electromagnéticos
- c. Fecha de inicio del proceso de incubación
- d. Tiempo de incubación de los embriones ( nacimiento de los pollos)
- e. Mortandad (al termino del ciclo de tiempo de incubación )
- f. Deformaciones (verificado en los pollos después del nacimiento)
- g. Peso de los pollos al nacer.

La toma de datos se realizó en las fichas de registro, cada 12 horas durante el ciclo de incubación, que para este caso se consideró 21 días.



**Figura N° 18.** *Incubadora en funcionamiento.*

#### **Paso N°5:** Término de la investigación.

La investigación culminó con el nacimiento de los pollos durante 21 días. En cada nacimiento los pollos fueron pesados e identificados según los tratamientos, con una señal (cinta plástica), en las extremidades y colocados en envases plásticos durante 3 días; luego se trasladaron a galpones para continuar con su evaluación y control.

#### **Paso N°6.** Procesamiento de los datos adquiridos.

Tabulación de datos y elaboración de tablas y gráficos, con los datos adquiridos en las fichas de registro del experimento; a fin de realizar el análisis del comportamiento de las variables dependientes, debido al impacto que genera los tratamientos.

### 2.3.2. Método de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, cuyo diseño experimental está en el campo factual con enfoque cuantitativo.

Para el diseño de la investigación se utilizó el modelo estadístico Completamente al Azar (DCA) con 04 tratamientos; estableciéndose 10 observaciones por tratamiento.

Los tratamientos en estudio, fueron campos electromagnéticos a 60Hz; aplicado durante 21 días (ciclo de incubación):

- Tratamiento T1: Campo electromagnético de  $\Phi_1 = 7 \mu\text{T}$
- Tratamiento T2: Campo electromagnético de  $\Phi_2 = 5 \mu\text{T}$
- Tratamiento T3: Campo electromagnético de  $\Phi_3 = 0,7 \mu\text{T}$
- Tratamiento T4: Campo electromagnético de  $\Phi_4 = 0,0 \mu\text{T}$

Los campos electromagnéticos fueron generados por los solenoides, los cuales se alimentaban de una fuente variable de 0 a 220VAC, 60 Hz y regulado con potenciómetro de 10A, 220VAC, 60Hz; el valor de los campos fueron medidos con el instrumento denominado Gausimetro

### 2.4. Diseño de investigación

La investigación utilizará el modelo analógico y método experimental, con enfoque cuantitativo y estímulo creciente. Se trata de representar los elementos interviniente de un proceso natural, mediante elementos mecánicos y eléctricos que cumplan la función de reproducir las variables reales del proceso de incubación.

#### ▪ Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio, será el campo electromagnético sinusoidal de 100 microteslas a 60 Hz, dosificado por periodos de tiempo. De esta manera se tendrá tratamientos que intervendrán en la incubación por periodos definidos, el cual nos permitirá evaluar el efecto en función del tiempo. El modelo considera 5 tratamientos:

**Tabla N° 4.***Tratamiento de campos magnéticos*

Tratamientos	Campos magnéticos	Periodo de aplicación del campo magnético
T <sub>1</sub>	$\beta_1 = 100 \mu\text{T}$	5 días: los primeros 5 día de la incubación.
T <sub>2</sub>	$\beta_2 = 100 \mu\text{T}$	10 días: los primeros 10 días de la incubación.
T <sub>3</sub>	$\beta_3 = 100 \mu\text{T}$	15 días: los primeros 15 días de la incubación.
T <sub>4</sub>	$\beta_4 = 100 \mu\text{T}$	21 días: los 21 días de la incubación.
T <sub>5</sub>	$\beta_5 = 0 \mu\text{T}$	Testigo: los 21 días de la incubación.

Los campos magnéticos serán generados para cada tratamiento mediante dispositivos eléctricos; diseñados y fabricados para el experimento. La medición de los campos magnéticos se realizó con el instrumento denominado gaussímetro.

## 2.5. Población y muestra

La población y la muestra están considerado al mismo grupo de estudio, la que estuvo conformada por 40 huevos distribuidos en cada grupo de tratamiento, detallándose de la siguiente manera:

**Tabla N° 5.***Esquema del diseño estadístico*

OBSERVACIONES ( R )	TRATAMIENTOS ( T )			
	T 1	T2	T3	T4 testigo
R01	J11	J21	J31	J41
R02	J12	J22	J32	J42
R03	J13	J23	J33	J43
R04	J14	J24	J34	J44
R05	J15	J25	J35	J45
R06	J16	J26	J36	J46
R07	J17	J27	J37	J47
R08	J18	J28	J38	J48
R09	J19	J29	J39	J49
R10	J110	J210	J310	J410

## **2.6. Técnicas de recolección de datos**

**Técnica:** Se utilizará la observación y la descripción de toma de datos.

**Instrumentos:** La medición como el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos. Se utilizará la observación, historia de vida, rutas de campo, fotografías, análisis de contenido.

### CAPITULO III:

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. Técnicas de recolección de datos

**Técnica:** Se utilizó la observación y la descripción de toma de datos registrados en la ficha.

**Instrumentos:** La medición se realizó aplicando una ficha de registro de datos para la recolección de datos, el cual se diseñó y fue validado por los expertos.

**Tabla N° 6:**

### Ficha de registro de datos

FICHA DE REGISTRO DE DATOS										
Fecha										
Hora:	Datos Tomadas de la Muestra									
Temp..... C°	Tratamiento :									
Hr% 90%	Repeticiones									
Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso h (gr)										
Peso p (gr)	T1									
Días incubac.	N°1									
Deformación										
Mortandad	$\Phi_1 = 7 \mu T$									
Observación										
Peso h (gr)										
Peso p	T2									
Días incuba	N°2									
Deformación										
mortandad	$\Phi_2 = 5 \mu T$									
Observación										
Peso h (gr)										
Peso p (gr)	T3									
Días incuba	N°3									
Deformación	$\Phi_3 = 0,7 \mu T$									
mortandad										
observación										
Peso h (gr)										
Peso p (gr)										
Días incuba	N°4									
Deformación	Testigo									
Mortandad										
Observación										

### 3.2. Tratamiento estadístico e interpretación de datos

**Tabla N° 7.**

*Mortandad de los embriones en cada tratamiento*

Mortandad de los embriones				
MUESTRAS (embriones)	TRATAMIENTO (T )			
	T1 7 $\mu$ T	T2 5 $\mu$ T	T3 0,7 $\mu$ T	T4 Testigo
Embrión N°1	S	S	S	S
Embrión N°2		S	S	S
Embrión N°3	S		S	
Embrión N°4		S		
Embrión N°5				
Embrión N°6			S	
Embrión N°7				
Embrión N°8	S			
Embrión N°9		S		
Embrión N°10				S

S=muerto    blanco =vivo

**Tabla N° 8.**

*Deformación de los embriones en cada tratamiento*

Deformación de los embriones				
MUESTRAS (embriones)	TRATAMIENTO (T )			
	T1 7 $\mu$ T	T2 5 $\mu$ T	T3 0,7 $\mu$ T	T4 Testigo
Embrión N°1				
Embrión N°2	D			
Embrión N°3		D		ND
Embrión N°4	D		D	ND
Embrión N°5	D	D	D	ND
Embrión N°6	D	D		ND
Embrión N°7	D	D	D	ND
Embrión N°8			D	ND
Embrión N°9	D	D	D	ND
Embrión N°10			D	

D= deformado    ND= no deformado    Blanco= muerto



**Tabla N° 9.***Tiempo de incubación en cada tratamiento*

<b>Tiempo de incubación en días</b>				
<b>MUESTRAS (embriones)</b>	<b>TRATAMIENTO (T )</b>			
	<b>T1 7μT</b>	<b>T2 5μT</b>	<b>T3 0,7 μT</b>	<b>T4 Testigo</b>
Embrión N°1				
Embrión N°2	15días			
Embrión N°3		16días		18días
Embrión N°4	16días		16días	20días
Embrión N°5	16días	17días	16días	16días
Embrión N°6	16días	17días		18días
Embrión N°7	17días	17días	18días	18días
Embrión N°8		18días	18días	20días
Embrión N°9	17días		17días	20días
Embrión N°10		16días	17días	

Blanco=muertos

**Tabla N° 10 .***Disminución de peso del embrión en cada tratamiento*

<b>Incremento de peso de los embriones</b>				
<b>MUESTRAS (embriones)</b>	<b>TRATAMIENTO (T )</b>			
	<b>T1 7μT</b>	<b>T2 5μT</b>	<b>T3 0,7 μT</b>	<b>T4 Testigo</b>
Embrión N°1				
Embrión N°2	10,0g			
Embrión N°3		8.4g		10,7g
Embrión N°4	13.8g		12,2g	13,4g
Embrión N°5	11.4g	10,5g	8,5g	11.3g
Embrión N°6	13.7g	10,5g		11,6g
Embrión N°7	14.1g	8.7g	14,5g	8,6g
Embrión N°8		11,8g	9,2g	10,5g
Embrión N°9	14,9g		11,1g	11,3g
Embrión N°10		14.4g	12,8g	
Promedio diferencia	12,98g	10,78g	11,38g	11.01g
Promedio - huevo	52.61g	49.25g	54,96g	51,66g
% de disminución	24,67%	21,88%	20,71%	21,48%

Blanco=muerto

### 3.2.1. Cuadros de análisis de varianza y medias por variable

**Tabla N° 11.**

*Análisis de varianza para el Tiempo de incubación en días (transformado  $Vx$ )*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado Medio	F.C.	P - valor	Sig.
Tratamientos	0.302	3	0.101	6.858	0.002	**
Error experimental	0.308	21	0.015			
Total	0.609	24				

$R^2 = 49,5\%$  C.V. = 3,0% aceptación propuesto por Calzada (1982)

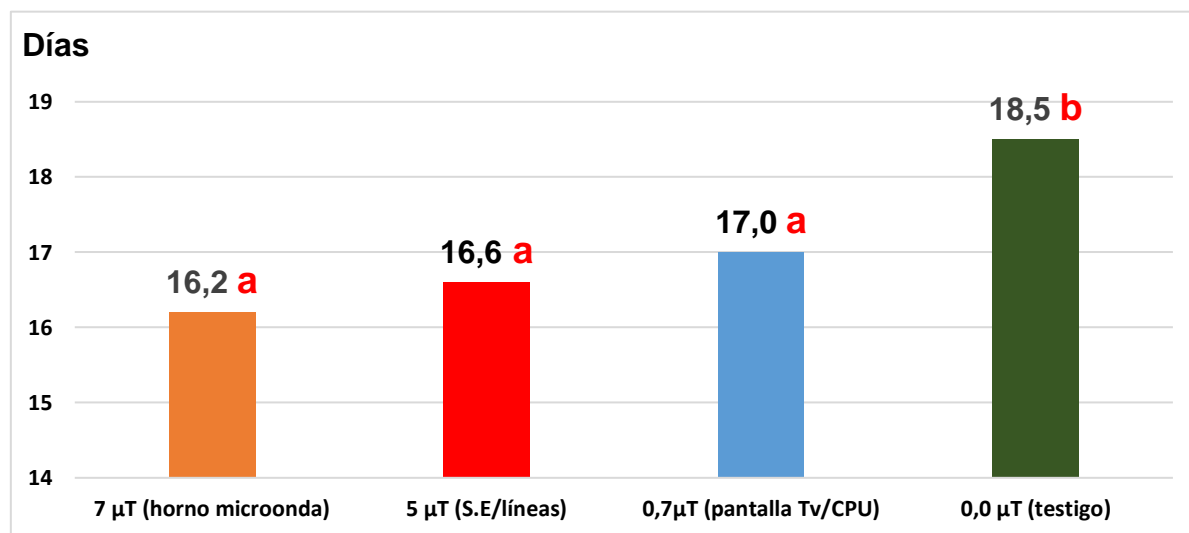
**Tabla N° 12.**

*Duncan: Tiempo de incubación en días*

Tratamientos	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0,05$ )	
		Promedios	Significación
1	7 $\mu$ T (horno microonda)	16.20	a
2	5 $\mu$ T (S.E/líneas)	16.60	a
3	0,7 $\mu$ T (pantalla Tv/CPU)	17.00	a
4	0,0 $\mu$ T (testigo)	18.50	b

**Figura N° 19.**

*Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos en el tiempo de incubación en días*

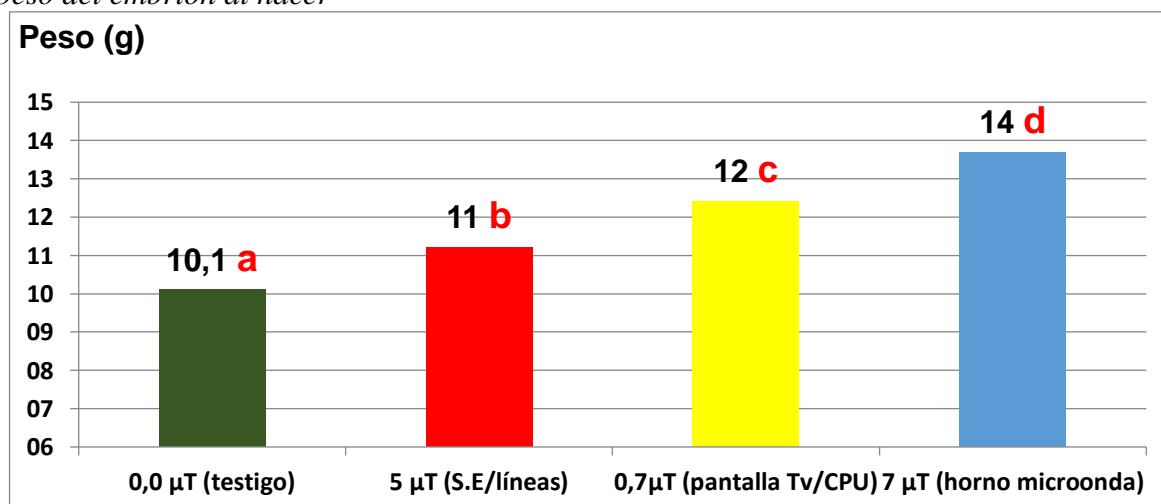


**Tabla N° 13.***Análisis de la varianza disminución de peso del embrión en gramos*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado Medio	F.C.	P - valor	Sig.
Tratamientos	45,230	3	15,077	27,603	0,000	**
Error experimental	11,470	21	0,546			
Total	56,700	24				

 $R^2 = 79,8\%$  C.V. = 6,3%**Tabla N° 14.***Duncan: Disminución peso del embrión en gramos*

Tratamientos	Descripcion	Duncan ( $\alpha = 0,05$ )	
		Promedios	Significacion
4	0,0 $\mu$ T (testigo)	10.1	a
2	5 $\mu$ T (S.E/líneas)	11.2	b
3	0,7 $\mu$ T (pantalla Tv/CPU)	12.4	c
1	7 $\mu$ T (horno microonda)	13.7	d

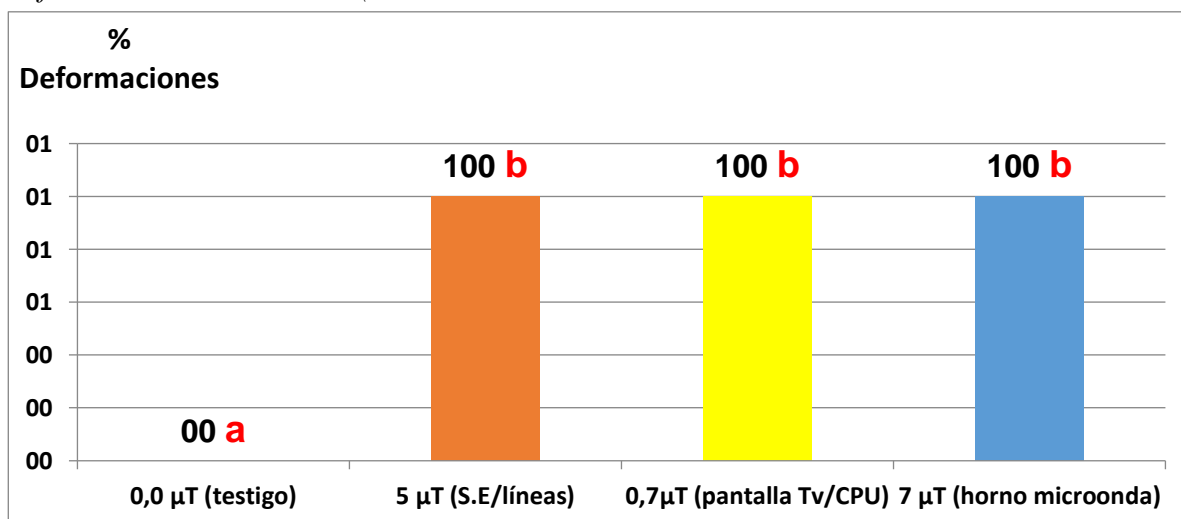
**Figura N° 20.***Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos en la disminución del peso del embrión al nacer*

**Tabla N° 15.***Análisis de varianza deformación de embriones (extremidades)*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado Medio	F.C.	P - valor	Sig.
Tratamientos	5,040	3	1,680	8,8E32	0,000	**
Error experimental	4,006E-32	21	1,908E-33			
Total	5,040	24				

R<sup>2</sup> = 100,0% C.V. = 0,0%**Tabla N° 16.***Duncan, deformación de embriones*

Tratamientos	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0,05$ )	
		Promedios	Significación
4	0,0 $\mu$ T (testigo)	0.0	a
2	5 $\mu$ T (S.E/líneas)	1.0	b
3	0,7 $\mu$ T (pantalla Tv/CPU)	1.0	b
1	7 $\mu$ T (horno microonda)	1.0	b

**Figura N° 21.***Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos en el porcentaje de deformación de embriones (extremidades)*

**Tabla N° 17.***Porcentaje de mortandad*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado Medio	F.C.	P - valor	Sig.
<b>Tratamientos</b>	0,075	3	0,025	0,097	0,961	<b>N.S.</b>
<b>Error experimental</b>	9,300	36	0,258			
<b>Total</b>	9,375	39				

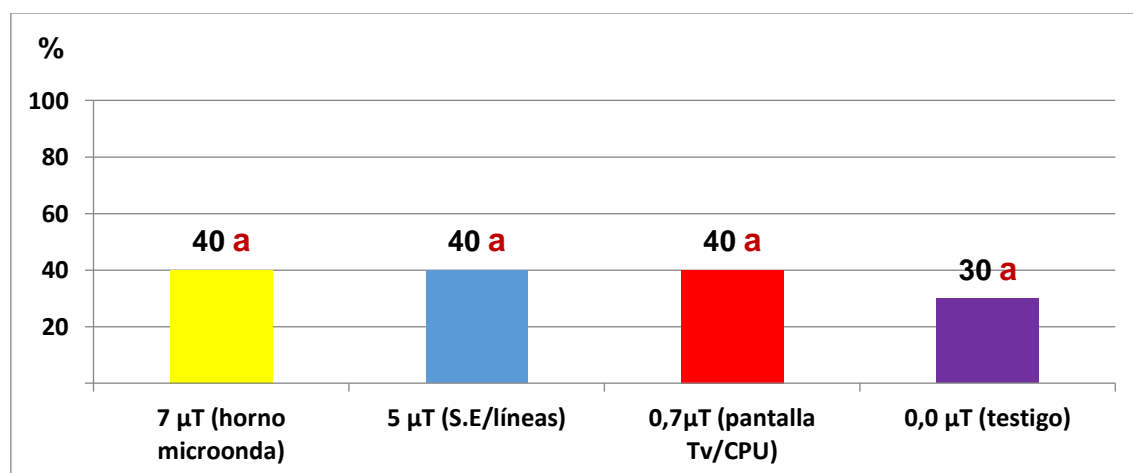
 $R^2 = 0,8 \%$      $C.V. = 81,2\%$ 
**Tabla N° 18.**

Duncan: Mortandad de los embriones

Tratamientos		Duncan ( $\alpha = 0,05$ )	
Descripción		Promedios	Significación
1	7 $\mu$ T (horno microonda)	0.30	a
2	5 $\mu$ T (S.E/líneas)	0.40	a
3	0,7 $\mu$ T (pantalla Tv/CPU)	0.40	a
4	0,0 $\mu$ T (testigo)	0.40	a

**Figura N° 22.**

Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos en el porcentaje de mortandad



**Tabla N° 19.***Condiciones ambientales del laboratorio*

<b>CONDICIONES AMBIENTALES PROMEDIO DEL LABORATORIO</b>			
<b>CORDENADAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL</b>		<b>TEMPERATUR A</b>	<b>ALTURA</b>
<b>AÑO 2014</b>			
<b>UTM</b>	<b>%Hr : 90%</b>		
0348308 latitud Sur		<b>30 C°</b>	<b>360 msnm</b>
9283980 longitud este	<b>Área: 20m2</b>		

De acuerdo al esquema de diseño estadístico completamente al azar (DCA), se realizaron los análisis de variancia y comparaciones de las medias (Duncan). Estos resultados se muestran en la tabla del 10 a la tabla 18, donde muestra la significancia a nivel de 5 % en las variables estudiadas.

Los resultados demuestran que los valores de los tratamientos aplicados en forma permanente y continua durante la incubación, vulneraron los límites permisibles electromagnéticos que soporta el embrión. Estos cambios pueden haberse dado debido a la aceleración o inhibición de las enzimas o proteínas que intervinieron en los procesos bioquímicos. Al respecto Arcos *et al.*, (2004) en trabajo “Interacción de los campos electromagnéticos con los sistemas biológicos”, indica que los campos magnéticos y eléctricos pueden afectar a los receptores de la membrana y alterar el flujo de iones a través de la membrana, asimismo pueden inducir corrientes eléctricas en el cuerpo; indica que los campos electromagnéticos incrementa la concentración de radicales libres en 1% formando corrientes iónicas; además agrega que los campos magnéticos no tienen restricciones para penetrar en las células debido a su alta permeabilidad, ejerciendo fuerza en iones móviles (ley de Lorentz) y produciendo tensiones (ley de Faraday) y corriente (ley de Ohm) en los tejidos, los cuales pueden alterar el flujo de iones en la membrana. También Solórzano Del Río (2009), indica que los campos electromagnéticos a 60 Hz, pueden afectar la velocidad

de las reacciones y procesos químicos, disminuyendo la capacidad de producción de proteínas y aminoácidos.

Asimismo, al presentarse el campo magnético la carga iónica se alinea al campo externo distorsionando el flujo de iones de los dipolos o sea la estructura bioeléctrica del cuerpo. El efecto es mayor para campos variables, porque también estaba sujetos a fuerzas (ley de Lorentz), a micro voltajes en corto circuito (ley de Faraday), los cuales originan micro corriente eléctricas inducidas (ley de Ohm), incremento de temperaturas y presiones internas en la célula; motivando la inhibición o aceleración de las enzimas o proteínas, alteraciones que se ve reflejada en el proceso del ciclo de incubación. Al respecto la Asociación de Estudios Geobiologicos (2004) indica que en los sistemas biológicos existen estructuras magnéticamente influenciadas, como los radicales libres que presentan propiedades paramagnéticas y debido a su composición electrolítica en presencia de campos magnéticos forman corrientes iónicas. Yanet *et al.* (2004), en trabajo “Interacción de los campos electromagnéticos con los sistemas biológicos”, presenta fórmulas que relacionan el campo magnético con la corriente que induce en la membrana celular y las tensiones que se generan en ella en función a la tensión exterior.

Las variables de tiempo de incubación y mortandad, no presentaron diferencias significativas según los resultados del experimento; este resultado indica que los campos electromagnéticos no tienen mayor influencia en ellas; para el valor de las variables en estudio del experimento. Casanova Llivina J. A. *et al.* (2003) En trabajos sobre Efectos de los campos magnéticos de baja y extremadamente baja frecuencia sobre el desarrollo del globo ocular en el embrión de pollo; indican que al someter a los embriones de pollo a campos magnéticos de baja (50-100 Hz) y extremadamente baja frecuencia (30 Hz), durante todo el período de incubación, los campos magnéticos influyen sobre el desarrollo del globo ocular ocasionando las siguientes modificaciones: En el día 15 de incubación encontramos aumentados, de manera significativa en los embriones tratados con respecto a los controles, los siguientes parámetros: el grosor de la córnea en los tratados con 1 microtesla 30-50 Hz; la distancia entre cara posterior de la córnea y la cara anterior cristalino en los tratados con 1 microtesla 100 Hz; el grosor del cristalino en los tratados con 1 microtesla 50-100 Hz. Los parámetros que se encuentran disminuidos en los tratados de manera significativa con respecto a los controles son: eje antero posterior del globo ocular en



los tratados con 1 microtesla 100 Hz. Por lo que respecta a los extraídos a los 21 días son significativamente menores en los controles que en los tratados los siguientes parámetros: el grosor de córnea en los tratados con 1 microtesla 30 Hz; distancia entre córnea y cristalino en los tratados con 1 microtesla 50 Hz, y grosor del cristalino en los tratados con 1 microtesla 30 Hz. Mientras que el eje antero posterior del globo ocular se presenta significativamente mayor en los tratados que en los controles con 1 microtesla 30 Hz. Los resultados obtenidos indican que los campos magnéticos pueden afectar la morfología del globo ocular. Piera y Cols. (1992), En estudios sobre el desarrollo del tejido óseo del embrión de pollo, sometido a la acción de campos electromagnéticos continuos de 18 y 36 mT. Observan un incremento en los procesos de diferenciación y maduración embrionaria, una mayor densidad celular a los 5 días y menor a los 10 días de incubación, sobre todo a nivel epifisario proximal y diafisario, con una mayor diferenciación ósea a partir de los 10 días de incubación. Estas diferencias son más evidentes a la intensidad de 18 mT.

## CONCLUSIONES

1. Se ha evaluado que la aplicación continuada de los campos electromagnéticos de 7uT, 5uT, 0,7uT a frecuencia de 60Hz afecta la actividad biológica del embrión del huevo de gallina, durante el proceso de incubación. En consecuencia, el efecto del campo electromagnético reflejan valores estadísticos significativos a nivel de 5 %. El análisis de varianza de las variables y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) confirman dichos resultados.
2. Al evaluar el tiempo de incubación del huevo de gallina se ha evidenciado mayor afectación a la actividad biológica. Por consiguiente, el efecto del campo electromagnético reflejan valores estadísticos significativos a nivel de 5 %. El análisis de varianza de las variables y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) confirman dichos resultados.
3. Al evaluar la deformación y peso del pollo al nacer, el efecto del campo electromagnético no reflejan valores estadísticos significativos a nivel de 5 %. El análisis de varianza de las variables y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) confirman dichos resultados.

## **RECOMENDACIONES**

1. Desarrollar más investigaciones respecto a impactos de campos electromagnéticos, con diferentes valores a fin de desarrollar estudios comparativos.
2. Masificar la educación ambiental, referente a la contaminación electromagnética, a fin de poner en alerta los impactos que generan, y tomar acciones respecto a su mitigación.
3. Alertar a las instituciones rectoras del ambiente para que revisen los rangos de los límites máximos permisibles, de los campos electromagnéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Castroviejo et al., (2005). Melatonin and nitric oxide: Two required antagonists for mitochondrial homeostasis. *Endocrine* 2005; 27:159-168.
- Alonso, M. y Finn, E. (1998). Física, volumen II, Campos y Ondas. México edición, Alhambra Mexicana S.A.
- Arcos et al., (2004). Interacción de los campos electromagnéticos con los sistemas biológicos’.
- Asociación de estudios geobiológicos, (2000). Estudios sobre electromagnetismo y anatomía humana, <http://www.gea-es.org>, 7 de marzo 2014.
- Charles Austin Coulomb (1785). Ley de coulomb: Teoría electromagnética, William H. Hayt, Jr. y John A. Buck, séptima edición, impreso en México 2006.
- Fundación Terra (2000), Sensibilidad del campo magnético en las personas, [http://www.asides.es/descargar\\_archivos/electromagneticos.pdf](http://www.asides.es/descargar_archivos/electromagneticos.pdf), 5 de junio 2016.
- García A. Olga (2002). Doctorado “Efectos Biológicos de campos magnéticos de muy baja frecuencia y radiofrecuencia en presencia de metales pesados: Cadmio y Mercurio”, <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/qui/ucm-t25621.pdf>, 5 de julio 2013.
- Hayt, W. (2006). Ley de Ampere sobre inducción magnética: Teoría electromagnética, séptima edición, impreso en México.
- ICNIRP (1998). Normativa española, establece en el Real Decreto 1066/2001, valores límites referenciales del campo magnético y eléctrico.
- James Clerk Maxwell (1873). Teoría electromagnética, en Jaime Vega Pérez y Saúl Vega Pérez ‘Electromagnetismo’ primera edición México, 2012.
- Michael Faraday (1831). Ley de Faraday sobre inducción de fuerza electromotriz fem: Teoría electromagnética, William H. Hayt, Jr. y John A. Buck, séptima edición, impreso en México 2006.
- Mojica (2011). Tesis estudio de campos magnéticos y eléctricos en las líneas de transmisión mediante un programa de simulación por computadora.
- Piera (1992). Estudio de exposición de embriones de pollo White leghom a campos magnéticos durante 5, 10 y 15 días.
- PCM (2005). Normativa peruana que establece *estándares nacionales de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes, publicado en el diario oficial el peruano*.

Solórzano, H. (2009). Efectos biológicos de los campos electromagnéticos, <http://www.ector.solo.rzano.com>, 20 de junio 2009.

Vega, J. (2012). Teoría sobre el origen del magnetismo. Electromagnetismo primera edición México, 2012.

Walleczech, (1994). Radicales libres, [http://www10.uniovi.es/anatopatodon/modulo2/tema02\\_morfología/02\\_5radicales.htm](http://www10.uniovi.es/anatopatodon/modulo2/tema02_morfología/02_5radicales.htm), 18 octubre 2014.

Wertheimer C.L. and E. Leeper (1979). Electrical wiring configurations and childhood

Wilhelm E. Weber (1804 -1891). Teoría sobre origen del magnetismo: Electromagnetismo, Jaime Vega Pérez y Saúl Vega Pérez, primera edición México, 2012.

<http://es.Wikipedia.org/wiki/huevo-biolog%c3%ada>. Ejes del huevo, 14 enero 2014.

<http://www.hrc.es/bioelectro.html>. Las radiaciones electromagnéticas y sus efectos Biológicos en función de la frecuencia de las Ondas, 5 marzo 2009.\*

<https://www.nal.usd.gov/fnic/foodcomp/search/>. Valor nutricional del huevo, 2 de enero 2014.

<https://www.cime.es/ca/ccea/35.pdf>. Características internas del embrión, 2 enero 2014.\*

<https://www.cime.es/ca/ccea/35.pdf>. El embrión al inicio de su proceso, 2 enero 2014.\*

<https://www.cime.es/ca/ccea/35.pdf>. El embrión y sus elementos internos, 8 enero 2014.\*

<http://www.hrc.es/bioelectro.html>. Las radiaciones electromagnéticas y sus efectos Biológicos en función de la frecuencia de las Ondas, 5 marzo 2009.\*  
[https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/cem\\_salud/es\\_cem/adjuntos/cem.pdf](https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/cem_salud/es_cem/adjuntos/cem.pdf) 2014

# Anexos

